

**MANFAAT EKONOMI PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK DAN
ANORGANIK DI TPA TOISAPU KOTA AMBON**

SKRIPSI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



NURHAYATI HATUWE

NIM. 155060601111041

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2019**

repository.ub.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN

MANFAAT EKONOMI PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK DAN
ANORGANIK DI TPA TOISAPU KOTA AMBON

SKRIPSI

PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



NURHAYATI HATUWE
NIM. 155060601111041

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 20 Desember 2019

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Kartika Eka Sari, ST., MT.
NIP. 201201 840219 2 001

Dr.tech. Christia Meidiana, ST., M.Eng.
NIP. 19720501 199903 2 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Perencanaan Wilayah dan Kota

Dr. Ir. Abdul Wahid Hasyim, MSP.
NIP. 19651218 199412 1 001



JUDUL SKRIPSI:

Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik di TPA Toisapu Kota Ambon

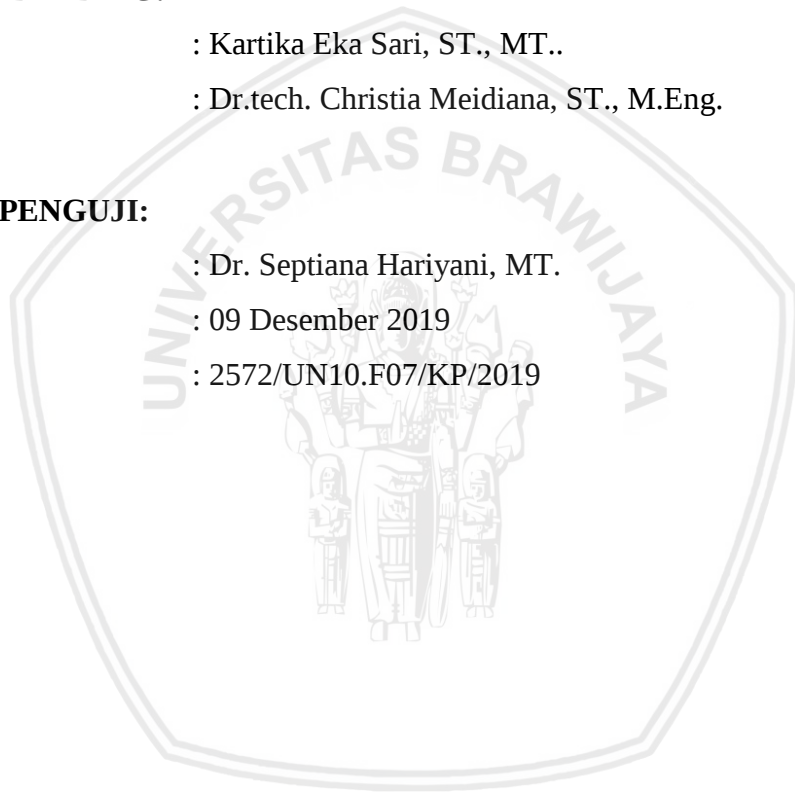
Nama Mahasiswa : Nurhayati Hatuwe
 NIM : 155060601111041
 Program Studi : Perencanaan Wilayah dan Kota

KOMISI PEMBIMBING:

Ketua : Kartika Eka Sari, ST., MT..
 Anggota : Dr.tech. Christia Meidiana, ST., M.Eng.

TIM DOSEN PENGUJI:

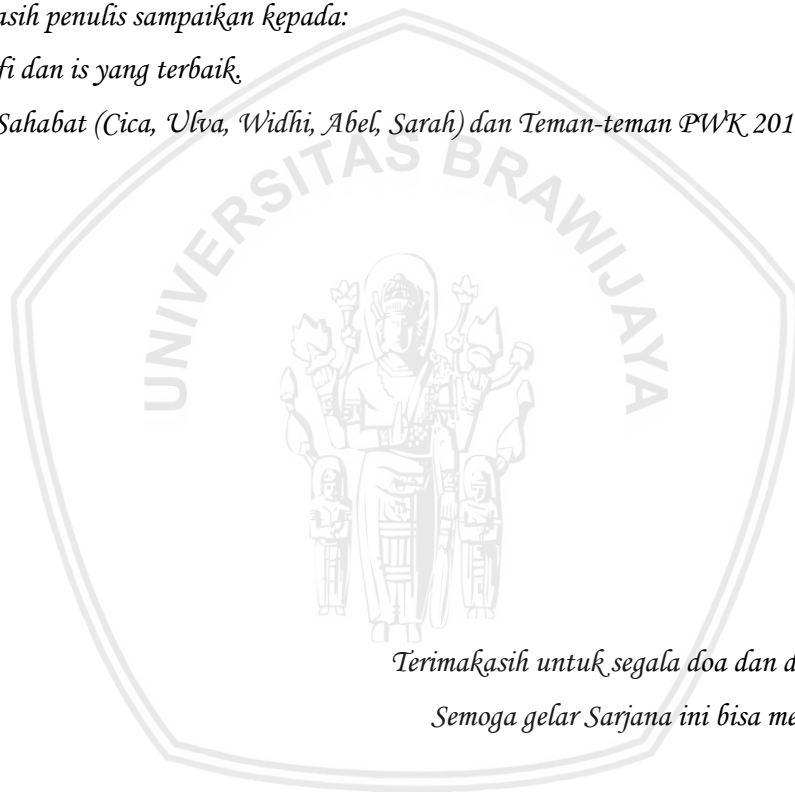
Dosen Penguji : Dr. Septiana Hariyani, MT.
 Tanggal Ujian : 09 Desember 2019
 SK Penguji : 2572/UN10.F07/KP/2019



Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

Papa, mama, mofi dan is yang terbaik,

Serta Keluarga, Sahabat (Cica, Ulva, Widhi, Abel, Sarah) dan Teman-teman PWK 2015



Terimakasih untuk segala doa dan dukungannya,

Semoga gelar Sarjana ini bisa menjadi berkah.

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI / TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi/Tugas Akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi/Tugas Akhir dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 20 Desember 2019

Mahasiswa,

Nurhayati Hatuwe
NIM. 155060601111041

Tembusan:

1. Kepala Laboratorium Skripsi/Tugas Akhir Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota
2. Dua (2) Dosen Pembimbing Skripsi/Tugas Akhir yang bersangkutan
3. Dosen Pembimbing Akademik yang bersangkutan

RINGKASAN

Nurhayati Hatuwe, Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Desember 2019, *Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik TPA Toisapu Kota Ambon*, Dosen Pembimbing: Kartika Eka Sari, ST., MT. dan Dr. tech. Christia Meidiana, ST., M. Eng.

TPA Toisapu Kota Ambon merupakan satu-satunya Tempat Pembuangan Akhir di Kota Ambon yang berdiri pada tahun 2007 dengan metode *controlled landfill*. Berdasarkan potensi gas metan dari hasil penumpukkan sampah organik yang dapat diubah menjadi bahan bakar, adanya sarana pengelolaan gas metan dan ketersediaan mesin pengolahan sampah dan kegiatan pemilahan sampah anorganik oleh pemulung dan petugas TPA ini tentunya, apabila dikelola dengan baik dapat bermanfaat bagi masyarakat sekitar TPA. Tujuan dari penelitian menghitung reduksi dan potensi reduksi dari kegiatan pengolahan sampah, menghitung potensi produksi gas metan, menghitung besar manfaat ekonomi pengelolaan sampah organik dan anorganik. Metode yang digunakan adalah analisis *mass balance*, analisis potensi produksi gas metan dan analisis manfaat ekonomi.

Hasil penelitian ini potensi reduksi sampah di TPA Toisapu dapat mencapai 42,5% apabila mengoptimalkan kinerja seluruh pemulung dan petugas TPA yang berpartisipasi dalam kegiatan pemilahan dengan potensi nilai ekonomi sampah anorganik yang didapatkan pemulung TPA Toisapu per orang per bulan yaitu sebesar Rp. 3.718.800 dan pendapatan yang didapatkan TPA dari pembuatan kompos per bulan sebesar Rp 459.648. Potensi produksi gas metan tahun 2019-2026 sebesar 5.198 ton atau 7.925.185 m³ yang berpotensi melayani seluruh rumah di Dusun Ama Ory apabila gas metan dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar memasak. Masyarakat sekitar dapat menghemat pengeluaran untuk bahan bakar memasak sebesar Rp 126.618 dalam satu bulan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi pengetahuan masyarakat dan pihak pengelola TPA ataupun instansi terkait mengenai manfaat ekonomi yang dapat dirasakan apabila mengoptimalkan pengelolaan sampah organik dan anorganik di TPA Toisapu.

Kata Kunci : Pengolahan Sampah, Pemanfaatan Gas Metan, Manfaat Ekonomi

SUMMARY

Nurhayati Hatuwe, Department of Urban and Regional Planning, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, December 2019, *Economic benefits of processing organic and inorganic waste in Ambon City Toisapu Landfill*. Advisors: Kartika Eka Sari, ST., MT. and Dr. tech. Christia Meidiana, ST., M. Eng.

TPA Toisapu that was built in 2007 is the only Final Disposal Site in Ambon City with Controlled landfill method. Based on the potential methane gas from the accumulation of organic waste that can be converted into fuel, the presence of methane gas management facilities and the availability of MRF and inorganic waste sorting activities by scavengers and landfill officers, if managed properly it can be beneficial to the community around the landfill. The purpose of the study is to find out the reduction potential of solid waste processing activities, calculate the potential for methane gas production, identify the economic benefits of waste management and methane gas management. The methods used are mass balance analysis, analysis of potential methane gas production, and analysis of economic aspects.

The results of this study is the potential for waste reduction in the TPA Toisapu can reach 42.5% if it optimizes the performance of all the waste pickers and the TPA workers who participate in sorting activities with the potential economic value of inorganic waste that obtained by the waste pickers of the TPA Toisapu per month is Rp. 3,718,800 and TPA Toisapu's income from making compost per month is Rp. 459,648. While the potential for methane gas production in 2019-2026 is 5.198 tons or 7.925.185 m³, that means it can potentially serve all houses in Ama Ory Village, which is a community around the TPA, and if the methane gas is used as a substitute for cooking fuel, so the surrounding communities can save on cooking fuel costs by IDR 136,218 in a month. This research is expected to become the knowledge of the community and the management of the TPA Toisapu or related institutions regarding the economic benefits that can be felt when optimizing organic and inorganic waste management in the TPA Toisapu run well.

Keywords: Waste management, Utilization of methane gas, Economic benefits

PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi berjudul “Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik di TPA Toisapu Kota Ambon” dalam rangka memenuhi Tugas Akhir Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Proses penyelesaian laporan skripsi ini tak lepas dari bantuan beberapa pihak, untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Keluarga yang telah memberikan dukungan secara moril dan material.
2. Ibu Kartika Eka Sari, ST., MT. dan Dr. tech. Christia Meidiana, ST., M. Eng. selaku dosen pembimbing skripsi atas segala arahan, bimbingan, ilmu dan semangat yang telah diberikan selama penyusunan laporan skripsi.
3. Ibu Dr. Septiana Hariyani, ST., MT selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Pihak TPA Toisapu dan seluruh responden yang telah membantu penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak/Ibu/Staff Pengajaran PWK FT-UB. Terima kasih bimbingan dan ilmunya selama empat tahun terakhir, semoga Bapak/Ibu/Staff Pengajaran semua tetap semangat dalam mengabdikan dan selalu dalam lindungan-Nya.
6. Teman-teman PWK UB Angkatan 2015, Widhi, Abel, Cica, Ulva dan kawan-kawan followers setia halooyati lainnya yang telah menemani dan selalu memberikan motivasi dan semangat dalam penyelesaian laporan skripsi.
7. Apresiasi kepada diri sendiri yang mampu bangkit, berjuang dan berpikir positif hingga saat ini dimana sangat tidaklah mudah melakukan hal tersebut sekalipun saat berada di titik terendah.

Semoga laporan skripsi ini memberikan banyak manfaat bagi pembaca sekaligus dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut. Terima kasih.

Malang, 20 Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan	5
1.5 Ruang Lingkup.....	5
1.5.1 Ruang Lingkup Materi	5
1.5.2 Ruang Lingkup Wilayah	6
1.6 Sistematika Pembahasan.....	8
1.7 Kerangka Pemikiran.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Definisi Sampah.....	10
2.1.1 Timbulan Sampah	10
2.2 Komposisi Sampah	13
2.3 Pengelolaan Sampah	14
2.4 Pedoman Operasional TPA	15
2.5 Gas Metana	17
2.5.1 Sistem Pengelolaan Gas Metana	17
2.5.2 Perhitungan Produksi dan Potensi Gas Metana	18
2.6 Manfaat Jasa Lingkungan	20
2.6.1 Manfaat Ekonomi Sampah.....	22
2.6.2 Manfaat Ekonomi Gas Metana.....	23
2.7 Studi Terdahulu.....	25
2.8 Kerangka Teori	30
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
3.1 Definisi Operasional	31
3.2 Variabel Penelitian	32
3.3 Penentuan Sampel.....	32
3.3.1 Populasi	32
3.3.2 Sampel.....	34
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	36
3.4.1 Survei Primer	36
3.4.2 Survei Sekunder	37
3.5 Metode Analisis	38
3.5.1 Reduksi dan Potensi Reduksi Pengolahan Sampah	38

3.5.2	Potensi Produksi Gas Metana.....	39
3.5.3	Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik	42
3.6	Asumsi Dasar Penelitian	43
3.7	Kerangka Analisa.....	48
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1	Gambaran Umum Kota Ambon	50
4.1.1	Kondisi Fisik Wilayah Kota Ambon.....	50
4.1.2	Kependudukan Kota Ambon.....	50
4.1.3	Proyeksi Penduduk Kota Ambon	52
4.2	Gambaran Umum TPA Toisapu	55
4.2.1	Kondisi Fisik TPA Toisapu.....	55
4.2.2	Karakteristik TPA Toisapu	58
4.2.3	Site TPA Toisapu	62
4.2.4	Pengelolaan Sampah di TPA Toisapu.....	67
4.2.5	Timbulan Sampah di TPA.....	71
4.2.6	Pengelolaan Gas Metana di TPA	73
4.3	Reduksi Sampah di TPA	77
4.3.1	Reduksi Sampah Pemulung.....	77
4.3.2	Reduksi Sampah oleh Petugas TPA	80
4.4	Potensi Reduksi Sampah.....	83
4.5	Perhitungan Potensi Produksi Gas Metana	85
4.5.1	Produksi Gas Metana	85
4.5.2	Potensi Produksi Gas Metana.....	89
4.6	Perhitungan Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah.....	107
4.6.1	Pemulung.....	107
4.6.2	Petugas TPA.....	110
4.7	Perhitungan Manfaat Ekonomi Pemanfaatan Gas Metana	111
4.8	Rekomendasi.....	113
BAB V	KESIMPULAN	115
5.1	Kesimpulan	115
5.2	Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Komposisi Sampah Kota Ambon	14
Tabel 2.2	Komposisi Gas Lahan TPA	17
Tabel 2.3	Nilai <i>Default</i>	19
Tabel 2.4	Nilai Faktor Koreksi Metan	19
Tabel 2.5	Kesetaraan Nilai Biogas dengan Sumber Energi Lain.....	24
Tabel 2.6	Studi Terdahulu.....	25
Tabel 3.1	Variabel-Sub Variabel Penelitian	32
Tabel 3.2	Populasi dan Sampel.....	34
Tabel 3.3	List Wawancara	36
Tabel 3.4	Aspek Data yang Diamati	37
Tabel 3.5	Instansi Terkait dan Data yang Dibutuhkan	37
Tabel 3.6	Nilai <i>Default</i>	41
Tabel 3.7	Data <i>Default</i> IPCC	41
Tabel 3.8	Nilai Exp 1	41
Tabel 3.9	Desain Survei	45
Tabel 4.1	Jumlah Penduduk Kota Ambon Tahun 2017	51
Tabel 4.2	Laju Pertumbuhan Kota Ambon	53
Tabel 4.3	Proyeksi Penduduk Kota Ambon Tahun 2018-2026	54
Tabel 4.4	Karakteristik TPA Toisapu	58
Tabel 4.5	Sarana Penunjang yang ada di TPA.....	60
Tabel 4.6	Fungsi Site di TPA Toisapu.....	66
Tabel 4.7	Timbulan Sampah di TPA Toisapu tahun 2010-2018	71
Tabel 4.8	Jumlah Sampah Berdasarkan Jenis Sampah di TPA Toisapu Tahun 2010-2018....	71
Tabel 4.9	Komposisi Sampah Kota Ambon	71
Tabel 4.10	Timbulan Sampah di TPA Toisapu	72
Tabel 4.11	Jumlah Sampah berdasarkan Jenis Sampah di TPA Toisapu	73
Tabel 4.12	Jumlah Pemulung dan Petugas TPA yang memilah sampah	77
Tabel 4.13	Jumlah Sampah yang dipilah Pemulung dan Petugas TPA	78
Tabel 4.14	Jenis Sampah yang dipilah Pemulung	78
Tabel 4.15	Berat Timbulan Sampah berdasarkan Jenis Sampah TPA Toisapu.....	79
Tabel 4.16	Nilai <i>Recovery Factor</i> Sampah di TPA Toisapu	80
Tabel 4.17	Jumlah Sampah yang dipilah Petugas TPA	81
Tabel 4.18	Jenis Sampah yang dipilah Petugas TPA per orang	81
Tabel 4.19	Nilai <i>Recovery Factor</i> untuk Sampah yang dipilah Petugas TPA Toisapu.....	82
Tabel 4.20	Nilai <i>Recovery Factor</i> Sampah di TPA Toisapu	82
Tabel 4.21	Jumlah sampah rata-rata yang dipilah per orang	83
Tabel 4.22	Potensi Reduksi Sampah di TPA Toisapu	84
Tabel 4.23	Perbandingan Reduksi Eksisting Potensi Reduksi Sampah di TPA Toisapu	84
Tabel 4.24	Potensi Keseimbangan Massa Aliran Sampah TPA Toisapu Kota Ambon	85
Tabel 4.25	Jumlah Timbulan Sampah yang tereduksi berdasarkan Komposisi Sampah Tahun 2010-2018.....	86
Tabel 4.26	Produksi Gas Metana Sampah Kertas Tahun 2010-2018	86

Tabel 4.27	Produksi Gas Metana Sampah Taman dan Kebun Tahun 2010-2018.....	86
Tabel 4.28	Produksi Gas Metana Sampah Sisa Makanan Tahun 2010-2018.....	87
Tabel 4.29	Produksi Gas Metana Sampah Kayu Tahun 2010-2018.....	87
Tabel 4.30	Produksi Gas Metana Sampah Tekstil Tahun 2010-2018	87
Tabel 4.31	Produksi Gas Metana Sampah <i>Nappies</i> Tahun 2010-2018	88
Tabel 4.32	Produksi Gas Metana di TPA Toisapu Tahun 2010-2018.....	88
Tabel 4.33	Proyeksi Timbunan Sampah TPA Toisapu.....	89
Tabel 4.34	Potensi Produksi Gas Metana Sampah Kertas Tahun 2019-2026	90
Tabel 4.35	Potensi Produksi Gas Metana Sampah Taman dan Kebun Tahun 2019-2026	90
Tabel 4.36	Potensi Produksi Gas Metana Sampah Sisa Makanan Tahun 2019-2026	91
Tabel 4.37	Potensi Produksi Gas Metana Sampah Kayu Tahun 2019-2026	91
Tabel 4.38	Potensi Produksi Gas Metana Sampah Tekstil Tahun 2019-2026.....	91
Tabel 4.39	Potensi Produksi Gas Metana Sampah <i>Nappies</i> Tahun 2019-2026.....	92
Tabel 4.40	Potensi Produksi Gas Metana di TPA Toisapu Tahun 2019-2026.....	92
Tabel 4.41	Produksi Gas Metana di TPA Toisapu 2019-2026.....	93
Tabel 4.42	Kemampuan Pelayanan Gas Metana TPA Toisapu Tahun 2019.....	107
Tabel 4.43	Jumlah Sampah yang dipilah Pemulung per orang.....	108
Tabel 4.44	Estimasi Nilai Ekonomi Sampah Pemulung per orang.....	109
Tabel 4.45	Jumlah Sampah Organik yang dipilah Petugas TPA	110
Tabel 4.46	Estimasi Nilai Ekonomi Sampah Organik menjadi Kompos.....	110
Tabel 4.47	Penggunaan dan Pengeluaran Bahan Bakar Memasak Masyarakat Dusun Ama Ory	111
Tabel 4.48	Perbandingan Penggunaan dan Pengeluaran Bahan Bakar Memasak	111



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Lokasi TPA Toisapu Kota Ambon.....	7
Gambar 1.2	Kerangka Pemikiran.....	9
Gambar 2.1	Kerangka Teori.....	30
Gambar 3.1	Jumlah Sampel Penelitian	35
Gambar 3.2	Alur Reduksi Sampah	38
Gambar 3.3	Kerangka Analisa.....	48
Gambar 4.1	Peta Administrasi Kota Ambon	51
Gambar 4.2	Grafik Jumlah Penduduk Kota Ambon Tahun 2010-2017	53
Gambar 4.3	Grafik Proyeksi Penduduk Kota Ambon 2018-2026.....	54
Gambar 4.4	Peta Titik TPA Toisapu	56
Gambar 4.5	Peta Batas TPA Toisapu	57
Gambar 4.6	Peta Site TPA Toisapu.....	63
Gambar 4.7	Photomapping Site TPA Toisapu.....	64
Gambar 4.8	Photomapping Site TPA Toisapu.....	65
Gambar 4.9	Sistem Operasional Sampah TPA Toisapu	68
Gambar 4.10	Tempat Pengolahan Sampah oleh Petugas	68
Gambar 4.11	Sistem Operasional TPA Toisapu	70
Gambar 4.12	Pipa Vertikal Gas Metana di TPA Toisapu	74
Gambar 4.13	Tempat Penampung Gas Metana “Dapur Metana”	75
Gambar 4.14	Photomapping Titik Pengumpul Gas Metana	76
Gambar 4.15	Alur Reduksi Sampah	79
Gambar 4.16	Sistem Boundary TPA Toisapu	83
Gambar 4.17	Grafik Potensi Produksi Gas Metana TPA Toisapu Tahun 2008-2026	93
Gambar 4.18	Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana	95
Gambar 4.19	Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 1	96
Gambar 4.20	Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 2	97
Gambar 4.21	Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 3	98
Gambar 4.22	Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 4	99
Gambar 4.23	Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 5	100
Gambar 4.24	Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 6	101
Gambar 4.25	Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 7	102
Gambar 4.26	Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 8	103
Gambar 4.27	Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 9	104
Gambar 4.28	Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 10	105
Gambar 4.29	Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 11	105



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mengacu pada UU No 18 Tahun 2018, Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau merupakan hasil dari proses alam yang berbentuk padat. Sampah merupakan barang yang dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemakai sebelumnya, namun bagi sebagian orang masih bisa digunakan kembali jika dikelola dengan prosedur yang benar (Panji Nugroho, 2013). Sampah adalah semua jenis bahan padat, termasuk cairan dalam container yang dibuang sebagai bahan buangan yang tidak bermanfaat atau berbagai barang yang dibuang karena berlebihan (Sarudji dan Keman, 2010). Berdasarkan definisi-definisi diatas dapat disimpulkan sampah merupakan hasil kegiatan manusia yang dibuang karena sudah tidak berguna (Watiningsih, 2016)

Pengelolaan sampah permukiman dimulai dari kegiatan pewadahan, pemilahan, pengumpulan, pengangkutan dan pemrosesan akhir di TPA (UU No 18 Tahun 2008). Pengelolaan sampah di Indonesia menjadi salah satu masalah yang krusial, secara umum permasalahannya yakni adanya peningkatan volume timbulan sampah, namun tidak diiringi dengan pengelolaannya. Menurut Salim (2010), permasalahan sampah merupakan masalah umum yang dikarenakan pertumbuhan dan perkembangan kota yang selalu diiringi dengan penambahan penduduk yang diikuti oleh proses urbanisasi dan perubahan pola konsumsi dari bahan alami ke bahan buatan manusia dan perkembangan teknologi. Keadaan tersebut jika tidak segera ditangani secara baik dikhawatirkan dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan lingkungan, sebab setiap aktivitas, baik secara pribadi maupun kelompok, pasti akan menghasilkan sisa yang tidak berguna dan kemudian menjadi barang buangan (sampah). Sampah yang dihasilkan dari kegiatan manusia mengalami proses akhir di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir). TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) berdasarkan UU No 18 Tahun 2008 adalah tempat untuk memproses dan mengembalikan sampah ke lingkungan secara aman bagi manusia dan lingkungannya. Dengan kata lain, TPA merupakan tempat proses terakhir dari mata rantai pengelolaan sampah perkotaan atau tahap akhir pengelolaan sampah (Iswanto dkk, 2016). Namun, TPA sebagai tempat terakhirnya dilakukan pemrosesan akhir pengelolaan sampah memiliki permasalahan menurut Mardiko (2016) yaitu produksi sampah masuk yang terus meningkat, keterbatasan lahan TPA dan teknologi proses pengolahan sampah yang tidak efisien

dan tidak ramah lingkungan. Mahyudin (2017) menyatakan bahwa apabila sampah di TPA tidak dikelola dengan baik, dapat menimbulkan berbagai masalah seperti masalah estetika karena bau yang ditimbulkannya, menjadi faktor penyakit dan dapat mengganggu kualitas tanah dan air tanah sekitarnya dan dapat menimbulkan bencana. Sampah yang dibuang pada TPA di Indonesia kebanyakan langsung dibuang di tanah tanpa adanya pelapisan seperti beton sehingga yang terdapat di sampah dapat mengganggu kesuburan tanah karena adanya sampah yang mengandung Bahan Buangan Berbahaya (B3) sehingga dapat memicu pencemaran lingkungan (Nurul, 2016). Menurut Hambali (2007) pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh sampah dapat diatasi dengan penanggulangan untuk mencegah timbulan sampah dan melakukan pengolahan sampah untuk kepentingan kesehatan masyarakat perlu dilakukan. Salah satu cara menangani sampah terutama sampah organik adalah menerapkan teknologi sederhana dengan mengolah sampah menjadi kompos atau biogas. Timbunan sampah yang semakin tinggi di Tempat Pembuangan Akhir tanpa adanya pengolahan lebih lanjut menimbulkan emisi gas metana yang semakin besar (Monice dan Perinov, 2018). Menurut Hermawan, Beni et. al (2007), komposisi metana secara umum sebanyak 55 – 75 % dari total gas yang disebabkan oleh pembusukan sampah. Melihat hal tersebut diketahui bahwa gas metana yang dihasilkan akibat pembusukan sampah memiliki kandungan setengah bagian daripada gas lainnya. Penumpukan gas metana di atmosfer dapat menyebabkan gas rumah kaca yang berakibat kepada pemanasan global (Indah dkk, 2017). Pembebasan gas metana (CH_4) secara alami dari proses pembusukan sampah organik kemudian lepas ke atmosfer tanpa terkendali sehingga menyebabkan menipisnya lapisan ozon sehingga jika suhu di bumi meningkat maka hal ini yang disebut dengan pemanasan global (Linarsih dan Sarto, 2018). Banyaknya bahaya yang ditimbulkan gas metana sehingga perlu adanya pengembangan dalam persampahan untuk mengatasi masalah gas metana. Banyaknya penduduk yang menyebabkan meningkatnya jumlah sampah tentu menyebabkan gas metana semakin meningkat.

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) diketahui bahwa kepadatan penduduk Kota Ambon menduduki posisi pertama kepadatan penduduk tertinggi di Provinsi Maluku. Kota Ambon merupakan salah satu kota yang sedang berkembang di Provinsi Maluku dan mengalami peningkatan jumlah penduduk dari tahun ke tahun, yang dibuktikan dengan rata-rata pertumbuhan penduduk Kota Ambon sebesar 1,85% per tahun (BPS, 2015). Penduduk Kota Ambon Tahun 2015 sebesar 411,617 jiwa dengan timbulan sampah yang dihasilkan sebanyak

1.029.042,5 L. Berdasarkan data Dinas Kebersihan dan Lingkungan Hidup tahun 2017 Kota Ambon dari jumlah volume sampah sebesar 992 m³ yang terkumpul di masing-masing TPS di Kota Ambon, terdapat 649 m³ sampah yang diangkut dari TPS ke TPA Toisapu setiap hari. Berdasarkan UNDP Kota Ambon Tahun 2008, lifespan TPA Toisapu direncanakan 20 Tahun dari tahun 2007-2026 dengan menerima masukan sampah berkisar 255 m³. TPA dengan metode *controlled landfill* ini sudah beroperasi dari tahun 2007 memiliki luas lahan seluas 5 ha yang terbagi menjadi 4 zona penimbunan sampah dengan fasilitas penunjangnya. TPA Toisapu terletak di dusun Toisapu, Desa Hutumuri, Kecamatan Leitimur Selatan yang berjarak 15 km dari pusat Kota Ambon.

Berdasarkan data dari pengelola TPA Toisapu kemampuan reduksi eksisting di TPA Toisapu hanya sebesar 5% yang dilakukan oleh pemulung dan petugas TPA, hal ini belum memenuhi target reduksi DLH Kota Ambon yang sebesar 20%. Melihat banyaknya sampah yang masuk ke TPA dengan kemampuan reduksi sampah yang belum sesuai, sampah yang tidak diolah dan mengalami penumpukan akan menghasilkan gas metan dapat diolah sebagai bahan bakar gas. Meningkatnya jumlah sampah tiap tahunnya seiring dengan peningkatan pertumbuhan penduduk Kota Ambon, tentunya semakin besar volume sampah maka besar gas metan yang dihasilkan juga semakin meningkat. Menurut IPCC (2006) komponen sampah organik terutama sisa makanan akan mengalami dekomposisi dan menghasilkan gas metan sebanyak 17-70 Gg. Gas metan merupakan komponen utama gas alam yang merupakan sumber bahan bakar utama yang dapat digunakan untuk pembangkit listrik, bahan bakar memasak dan bahan bakar kendaraan bermotor (Febijanto, 2018). TPA Toisapu dari Tahun 2017 sudah memanfaatkan gas metan sebagai bahan bakar memasak di TPA dan untuk menyalakan lampu taman, dilengkapi dengan kepemilikan instalasi pengumpul gas metan, kompor gas metan dan blower untuk mendorong gas metan namun blower tersebut mengalami kerusakan. Pada TPA Toisapu juga telah tersedia Instalasi Pengolahan Sampah Terpadu dengan kemampuan yang dapat mengolah material-material sampah yang bisa di daur ulang. Terdapat tiga mesin pengolahan sampah berkapasitas 1000-1500 kg namun hanya satu yang berfungsi, dua lainnya mengalami kerusakan. Sampah yang dapat diolah kembali adalah sampah anorganik yang memiliki nilai ekonomi dapat dijual dan dimanfaatkan atau dapat di daur ulang oleh pemulung ataupun pegawai TPA (Windraswara dan Prihastuti, 2017). Sampah yang dapat dipilah seperti botol, botol kaca, plastik, kardus, kertas ataupun sampah dedaunan yang dapat menjadi kompos

(Zayadi, 2018). Dengan potensi gas metan dari hasil penumpukkan sampah organik yang dapat diubah menjadi bahan bakar, adanya sarana pengelolaan gas metan dan ketersediaan IPST dan kegiatan pemilahan sampah anorganik oleh pemulung dan petugas TPA ini tentunya, apabila dikelola dengan baik dapat bermanfaat bagi masyarakat sekitar TPA. Sejalan dengan beberapa hal yang telah dijelaskan untuk itulah diperlukan pengkajian mengenai manfaat ekonomi pengolahan sampah organik dan anorganik yang terdapat di TPA Toisapu Kota Ambon, pengolahan sampah anorganik yakni pengolahan sampah yang dilakukan pemulung dan pengolahan sampah organik untuk kompos dan pemanfaatan gas metan sehingga dapat diketahui manfaat yang dapat dirasakan masyarakat dan TPA dengan memanfaatkan potensi yang ada.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Kegiatan reduksi sampah di TPA Toisapu tahun 2018 dari pemulung dan petugas TPA hanya dapat mereduksi 5% (7.500 kg) dari rata-rata total sampah perhari (150.000 kg), hal ini tidak sejalan dengan target DLH Kota Ambon sebesar 20%. Menurut Santoso (2018) kurangnya upaya pengurangan volume sampah dan penanganan sampah di TPA yang tidak optimal mengakibatkan lahan TPA yang ada cepat penuh serta tidak sesuai dengan umur rencana yang diharapkan. Apabila reduksi sampah dapat ditingkat lagi tentunya dapat berpengaruh pada umur pakai TPA yang semakin lama. (DLH, 2019)
2. Adanya mesin pengolahan sampah organik di TPA Toisapu hingga 2019 belum berfungsi maksimal sebagaimana diharapkan dalam kegiatan pengolahan sampah. Dari tiga mesin pengolah sampah organik yang beroperasi dari tahun 2007, dari tahun 2015 hingga 2019 hanya satu yang beroperasi hal ini membuat manfaat ekonomi untuk pengolahan sampah kompos bagi pihak TPA tidak tercapai. Tiga mesin pengolah sampah organik masing-masing memiliki kapasitas pengolahan sampah 1000-1500 kg. Sampah organik memiliki nilai yang bermanfaat jika dijadikan kompos dan pupuk, dengan mengolah sampah menjadi kompos akan membuat tanah menjadi subur karena kandungan unsur hara bertambah yang memiliki nilai ekonomis (Rahmawaty dan Dony, 2014). Jika memanfaatkan ketersediaan 3 mesin pengolahan sampah organik dapat meningkatkan hasil kompos, hal ini dapat meningkatkan nilai ekonomi untuk pihak TPA (DLH, 2019).

3. Adanya instalasi pengumpul gas metan dan blower 300 bar yang dibangun tahun 2017 namun pada awal tahun 2019 mengalami kerusakan. Menurut Febijanto (2018) gas metan dari tumpukkan sampah organik apabila dikelola dengan rekayasa teknologi akan mengurangi dampak negatif gas metan bahkan akan memberikan dampak positif misalnya dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif. Pengelolaan gas metan di TPA baru diterapkan untuk menyalakan lampu taman dan bahan bakar memasak pihak TPA, padahal dengan kepemilikan instalasi pengumpul gas metan dan blower pendorong gas metan potensi ini dapat digunakan dengan baik tentunya akan dapat dimanfaatkan untuk masyarakat sekitar TPA dan pemasukan bagi TPA Toisapu namun kondisi eksistingnya keberadaan fasilitas pengelolaan gas metan belum dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai ekonomi. (DLH, 2019)

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang terdapat di TPA Toisapu, maka dirumuskan beberapa rumusan masalah, yakni;

1. Berapa besar reduksi dan potensi reduksi sampah di TPA Toisapu Kota Ambon?
2. Berapa besar potensi produksi gas metan di TPA Toisapu?
3. Berapa besar manfaat ekonomi pengolahan sampah organik dan anorganik di TPA Toisapu?

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan dari penelitian, yaitu:

1. Menghitung besar reduksi dan potensi dari pengolahan sampah di TPA Toisapu Kota Ambon.
2. Menghitung besar potensi produksi gas metan di TPA Toisapu Kota Ambon.
3. Menghitung besar manfaat ekonomi pengolahan sampah organik dan anorganik di TPA Toisapu Kota Ambon.

1.5 Ruang Lingkup

1.5.1 Ruang Lingkup Materi

Ruang lingkup materi dalam penelitian dimaksudkan untuk memberi batasan terhadap pembahasan atau kajian terkait penelitian yang ingin dilakukan agar tidak terjadi ambiguitas dan pembahasan yang terlalu luas. Berikut merupakan penjabaran dari materi penelitian yang akan dilakukan, antara lain:

A. Reduksi dan Potensi Reduksi IPST dan Pemulung

Pembahasan potensi reduksi IPST dan berdasarkan besar sampah organik yang tereduksi akibat adanya pengolahan di Instalasi Pengolahan Sampah Terpadu TPA Toisapu dan kegiatan pemilahan sampah yang dilakukan pemulung. Potensi reduksi IPST dan pemulung menggunakan rumus reduksi sampah dari jurnal Studi Timbunan Dan Reduksi Sampah Rumah Kompos Serta Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Di Surabaya Timur oleh Amar Addinsyah dkk (2006).

B. Produksi Gas Metan

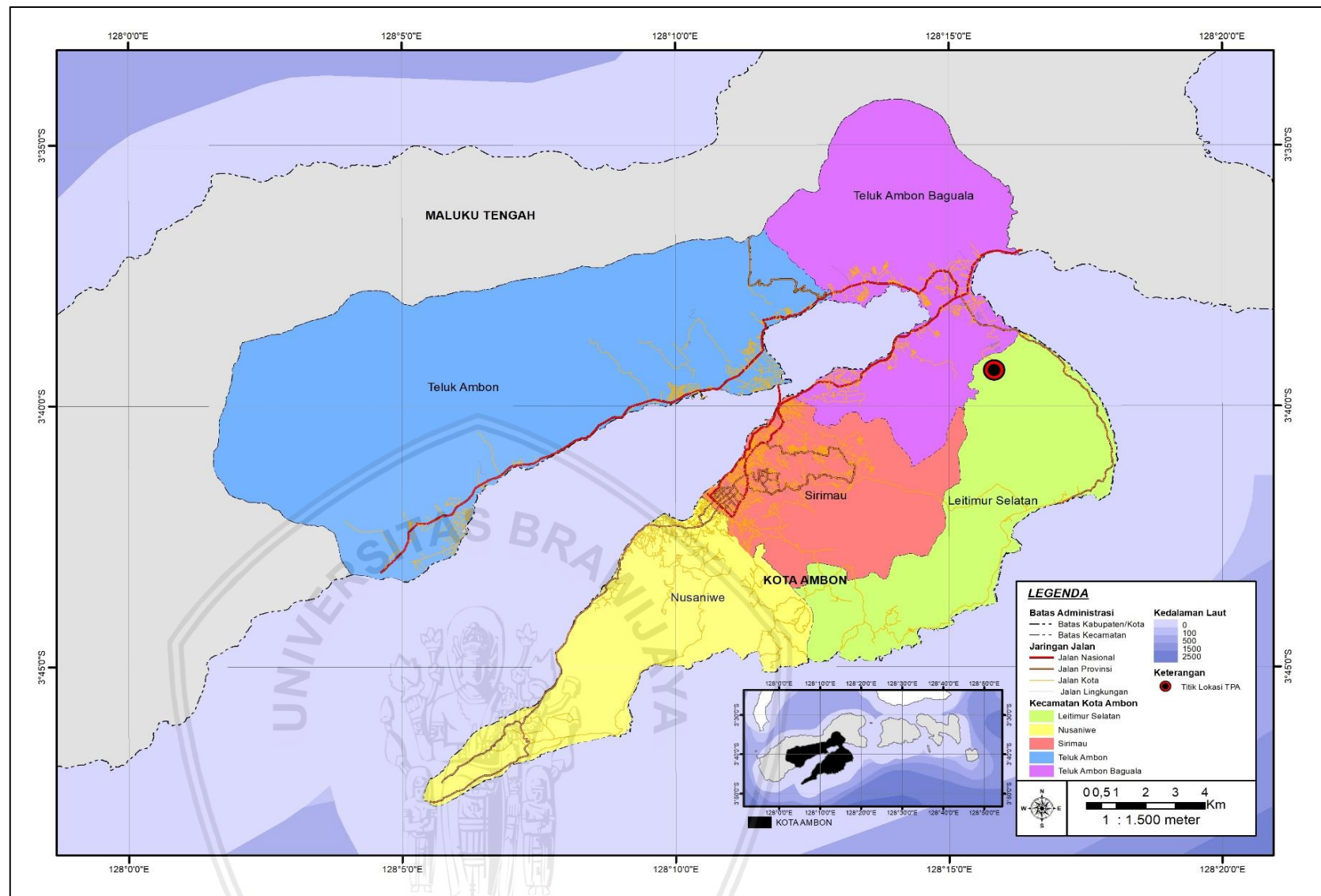
Pembahasan Produksi Gas Metan di TPA Toisapu dilakukan berdasarkan perhitungan dari IPCC Tahun 2006 dengan menggunakan data jumlah penduduk tahun-n, jumlah timbunan sampah tahun-n, komposisi sampah tahun-n, nilai massa sampah, nilai faktor koreksi Metan (MCF), nilai karbon organik yang terdegradasi (DOC), nilai fraksi DOC, nilai massa DOC yang terdekomposisi, fraksi CH₄, rasio berat molekul.

C. Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik

Pembahasan manfaat ekonomi pengolahan sampah organik dan anorganik meliputi manfaat ekonomi dari adanya pengolahan sampah anorganik yang dilakukan pemulung untuk pendapatan ekonominya dan pengolahan sampah organik oleh petugas TPA dalam menghasilkan kompos dan pemanfaatan gas metan dari tumpukan sampah organik di TPA yang dapat digunakan sebagai bahan bakar memasak.

1.5.2 Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah yang akan dilakukan dalam penelitian mengambil wilayah studi di TPA Toisapu yang berada di Dusun Toisapu Desa Hutumuri Kecamatan Leitimur Selatan Kota Ambon dengan luas lahan sebesar 6 Ha. Lokasi TPA Toisapu terlihat pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Lokasi TPA Toisapu Kota Ambon

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan berfungsi untuk memperjelas tahapan yang dilakukan dalam penyusunan penelitian yang akan dilakukan dengan kerangka laporan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang. Identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup yang terdiri dari ruang lingkup materi, ruang lingkup wilayah, dan ruang lingkup waktu serta sistematika pembahasan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan tentang teori-teori yang dapat mendukung dalam proses analisis studi.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisikan mengenai metode pengumpulan data, metode analisis yang akan digunakan, desain survei dan kerangka pemikiran yang digunakan dalam proses penyusunan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

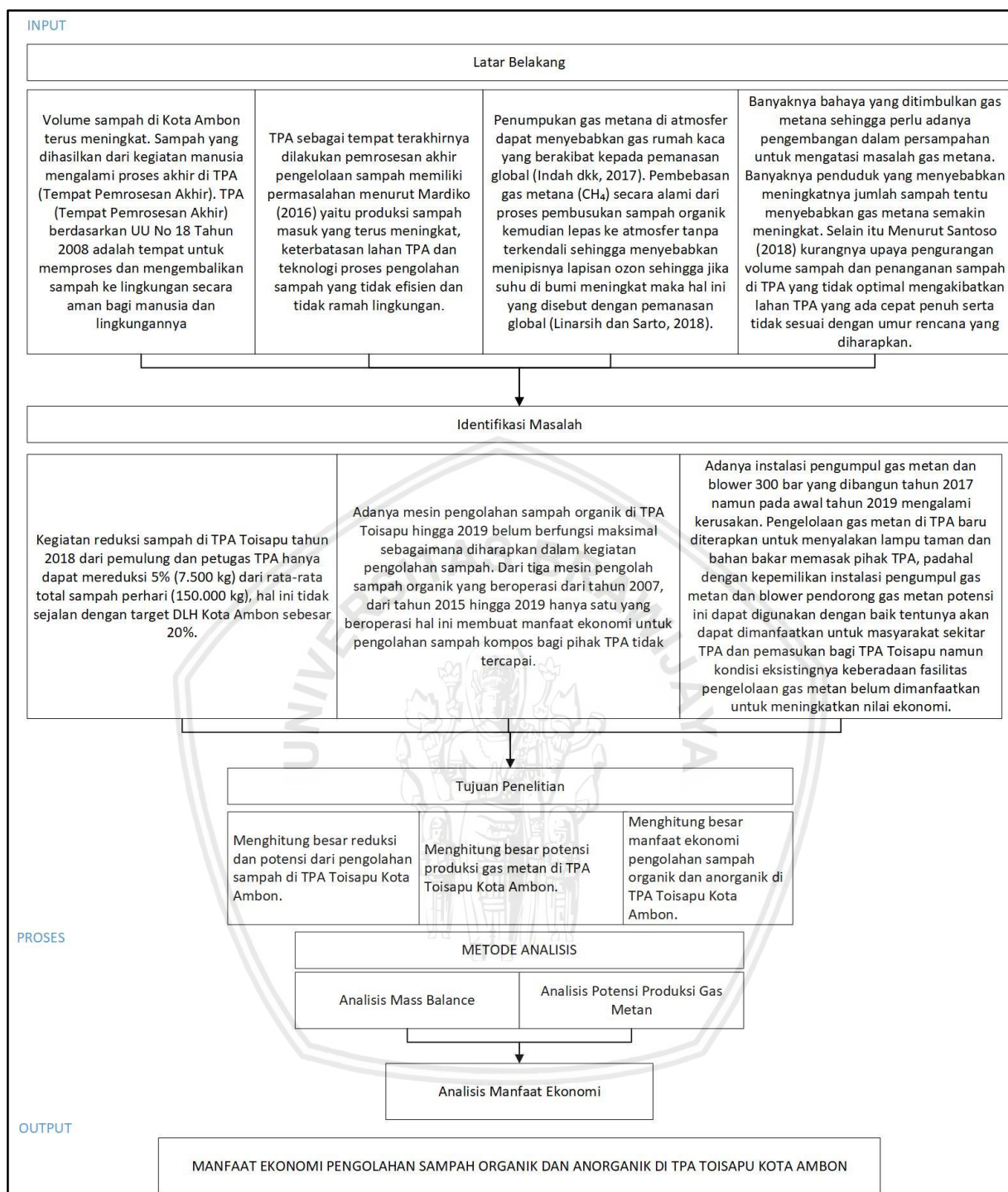
Berisikan tentang pembahasan data hasil survei, hasil perhitungan, dan pembahasan hasil analisis data yang telah didapatkan sesuai dengan metode analisis yang digunakan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan tentang kesimpulan hasil dari pembahasan dan hasil analisa. Serta pada sub bab saran berisi rekomendasi terkait penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

1.7 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran pada penelitian dengan judul Manfaat Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik TPA Toisapu Kota Ambon dapat dilihat pada Gambar 1.2



Gambar 1.2 Kerangka Pemikiran

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Sampah

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau merupakan hasil dari proses alam yang berbentuk padat (UU No 18 Tahun 2008). Sampah juga merupakan barang yang dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemakai sebelumnya, namun bagi sebagian orang masih bisa digunakan kembali jika dikelola dengan prosedur yang benar (Panji Nugroho, 2013). Sampah adalah semua jenis bahan padat, termasuk cairan dalam container yang dibuang sebagai bahan buangan yang tidak bermanfaat atau berbagai barang yang dibuang karena berlebihan (Sarudji dan Keman, 2010). Berdasarkan definisi-definisi diatas dapat disimpulkan sampah merupakan hasil kegiatan manusia yang dibuang karena sudah tidak berguna (Watiningsih, 2016).

2.1.1 Timbulan Sampah

Definisi timbulan sampah menurut SNI 19- 2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita perhari, atau per luas bangunan, atau per panjang jalan. Timbulan sampah dapat dinyatakan sebagai :

- a. Satuan berat : kg/org/hari, kg/m³ /hari
- b. Satuan volume : ltr/org/hari, ltr/m³ /hari

Menurut SNI 19- 3983, 1995 tentang Spesifikasi Timbulan Sampah untuk Kota Kecil dan Kota Sedang di Indonesia ditetapkan spesifikasi timbulan sampah yang didasarkan pada jumlah penduduk yaitu:

- A. Kota kecil adalah kota yang jumlah penduduknya $P < 500.000$
- B. Kota Sedang adalah kota yang jumlah penduduknya $100.000 < P < 500.000$
- C. Kota besar adalah kota yang jumlah penduduknya $P > 500.000$

Jika pengamatan lapangan belum tersedia, maka untuk menghitung besaran sistem, dapat digunakan angka timbulan sampah sebagai berikut:

- A. Satuan timbulan sampah kota besar = 2 – 2,5 L/orang/hari, atau = 0,4 – 0,5 kg/orang/hari
- B. Satuan timbulan sampah kota sedang/kecil = 1,5 – 2 L/orang/hari, atau = 0,3 – 0,4 kg/orang/hari

Timbunan sampah pada setiap kota berbeda, dilihat dari jumlah penduduk pada setiap kota. Untuk Kota Ambon masuk dalam kota sedang dengan jumlah penduduk < 500.000 jiwa sehingga penggunaan standar timbunan sampah yaitu $1,5 - 2 \text{ L/orang/hari}$ atau $0,3 - 0,4 \text{ kg/orang/hari}$. Jumlah timbunan sampah dalam penelitian ini digunakan untuk menghitung jumlah sampah yang masuk di TPA apabila tidak diketahui jumlah konkrit di TPA.

2.1.2 Penggolongan Sampah

Jenis sampah dapat dibedakan menjadi 3 bagian. Pembagian jenis sampah adalah berdasarkan sifat, berdasarkan sumber, dan berdasarkan jenis. (Sutikno, 2011)

A. Sampah Berdasarkan Sifat

Menurut Sutikno, 2011 berdasarkan asalnya, sampah padat dapat digolongkan :

1. Sampah organik terdiri dari bahan-bahan penyusun tumbuhan dan hewan yang diambil dari alam atau dihasilkan dari kegiatan pertanian, perikanan atau yang lain. Sampah ini dapat di urai dengan proses alami. Sampah rumah tangga sebagian besar merupakan bahan organik, misalnya sampah dari dapur, sisa tepung, sayuran, kulit dan daun.
2. Sampah anorganik berasal dari sumber daya alam tak terbarui seperti mineral dan minyak bumi, atau dari proses industri. Beberapa dari bahan ini tidak terdapat di alam seperti plastik.

B. Sampah Berdasarkan Sumber

Menurut Sutikno (2011) berdasarkan sumbernya, minimal ada empat jenis sampah, yaitu:

1. *Domestic Refuse* (Sampah Domestik) berasal dari lingkungan perumahan atau permukiman, baik di daerah perkotaan maupun pedesaan. Sampah di perkotaan biasanya lebih banyak sampah anorganiknya secara kuantitatif dan kualitatif lebih kompleks. Sampah di pedesaan umumnya berupa bahan organik sisa produk pertanian sedangkan sampah anorganiknya lebih sedikit. Seperti bahan peralatan yang sudah tidak terpakai lagi dalam rumah tangga, bahan pembungkus, macam macam kertas, dan kain bekas.
2. *Commercial Refuse* (Sampah Komersial) tidaklah berarti sampah tersebut mempunyai nilai ekonomi untuk dapat langsung diperdagangkan, tetapi lebih merujuk kepada jenis kegiatan yang menghasilkannya. Sampah komersial dihasilkan dari lingkungan kegiatan perdagangan seperti toko, warung, restoran, dan pasar atau toko swalayan. Keragaman jenis sampahnya sangat tinggi dan dapat berupa bahan organik atau anorganik.

3. *Industrial Refuse* (Sampah Industri) berasal dari kegiatan industri, jumlah dan jenisnya tergantung oleh perusahaan industri tersebut. Suatu perindustrian biasanya membuang limbah di sekitar perusahaan, sehingga sering mencemari lingkungan sekeliling. Sampah perindustrian masih belum bisa diatur dengan baik, sehingga sampah perindustrian merupakan sampah yang paling banyak menimbulkan pencemaran lingkungan.

C. Sampah Berdasarkan Jenis

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3 Tahun 2013, jenis-jenis sampah yaitu:

1. Sampah yang mengandung bahan-bahan berbahaya dan beracun serta limbah yang mengandung bahan-bahan berbahaya dan beracun. Jenis-jenis sampah tersebut seperti obat-obat kadaluarsa, peralatan listrik, kemasan obat serangga, kemasan oli.
2. Sampah yang mudah terurai. Sampah-sampah jenis ini merupakan bagian dari sampah organik.
3. Sampah yang dapat digunakan kembali serta dimanfaatkan walaupun dalam fungsi yang berbeda.
4. Sampah yang dapat didaur ulang merupakan jenis sampah yang dapat dimanfaatkan kembali.
5. Sampah lainnya yaitu residu.
6. Sampah Alami adalah berupa daun-daun, sisa bencana alam, dan lain-lain. Selain itu dapat juga merupakan sampah yang dihasilkan oleh taman, tempat-tempat rekreasi, kendaraan umum, terminal, pelabuhan, dan lain-lain.

Pada penelitian ini penggolongan sampah yang digunakan yaitu sampah organik dan anorganik. Hal ini dikarenakan tujuan penelitian yaitu membagi manfaat ekonomi yang diteliti dilihat dari sampah yang dipilah oleh pemulung dan petugas TPA dan pemanfaatan gas metana. Sampah yang dipilah pemulung dan petugas TPA yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah organik yang dipilah petugas TPA yaitu sampah sisa makanan dan daun yang kemudian akan diolah menjadi kompos, sampah organik ini juga apabila mengalami pembusukan akan menjadi gas metana. Sedangkan sampah anorganik yang dipilah pemulung yaitu sampah plastic, gelas/kaca, logam dan sampah karet.

2.2 Komposisi Sampah

Komposisi sampah adalah persentase dari komponen pembentuk sampah yang secara fisik. Komponen sampah yang dimaksud seperti sisa-sisa makanan, kertas, karton, kayu, kain,

tekstil, karet-kulit, plastik, logam besi-non besi, kaca dan lain-lain (misalnya tanah, pasir, batu, keramik). Pengelompokan sampah yang paling sering dilakukan adalah berdasarkan komposisinya, misalnya dinyatakan sebagai % berat atau % volume dan kertas, kayu, karet, plastik, logam, kaca, kain, makanan dan sampah-sampah lain (Damanhuri dan Padmi, 2010). Komposisi mempengaruhi seberapa sering sampah dikumpulkan dan bagaimana cara membuangnya (Nina Angriani A, 2017). Berikut standar komposisi sampah Kota Ambon yang digunakan pada penelitian ini menggunakan standar dari DLH Kota Ambon.

Tabel 2.1
Komposisi Sampah Kota Ambon

No	Jenis Sampah	Komposisi Sampah (%)
1	Kertas	9,57
2	Plastik	39,68
3	Sampah Taman dan Kebun	15,44
4	Sisa Makanan	17,72
5	Nappies	3,3
6	Karet	0,35
7	Tekstil	1,6
8	Logam	5,32
9	Kaca	5,32
10	Kayu	1,7

Sumber: DLH Kota Ambon, 2014

Menurut IPCC (2006) yang termasuk dalam sampah organik adalah sisa makanan, daun, kayu, kertas, tekstil dan nappies. Sedangkan sampah anorganik terdiri dari sampah karet, logam, kaca dan plastic. Komposisi sampah dalam penelitian ini digunakan untuk menghitung reduksi dan potensi reduksi sampah berdasarkan komposisi sampah yang diolah di Instalasi Pengolahan Sampah Terpadu dan kegiatan pemilahan sampah oleh pemulung dan perhitungan produksi gas metana.

2.3 Pengelolaan Sampah

Sistem pengelolaan sampah terpadu dapat diterapkan mulai dari sumber sampah, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan antara di TPS, dan pengolahan akhir di TPA. Proses daur ulang dalam sistem pengolahan sampah terpadu dipengaruhi oleh enam aspek yaitu aspek teknologi, aspek partisipasi masyarakat (sosial), aspek ekonomi dan financial, aspek hukum dan peraturan, aspek organisasi dan manajemen, dan aspek operasional (Sucipto, 2012).

BPPT (2007) mengemukakan tentang 3 asumsi dasar yang harus dilakukan untuk pengelolaan sampah yang berkelanjutan adalah sebagai berikut:

1. Pemilahan sampah sehingga bisa dijadikan kompos atau didaur ulang dengan menerapkan konsep 4R (*Reduce, Reuse, Recycle, dan Replace*).

2. Peran industri untuk mendesain ulang produk yang dihasilkan agar lebih mudah untuk didaur ulang kembali.
3. Program-program pengelolaan persampahan kota harus disesuaikan dengan kondisi fisik, ekonomi, hukum, dan budaya setempat untuk mencapai keberhasilan.

2.4 Pedoman Operasional TPA

Berdasarkan Pedoman Pengoperasian TPA (Enri Damanhuri dkk, 2006) hal-hal sebagai pedoman pengoperasian TPA adalah sebagai berikut.

2.4.1 Sampah yang diperbolehkan masuk TPA

Jenis sampah yang diperbolehkan masuk TPA antara lain:

- A. Sampah yang boleh masuk ke TPA adalah sampah yang berasal dari kegiatan rumah tangga, kegiatan pasar, kegiatan komersial yang dilakukan di kota, kegiatan perkantoran, institusi pendidikan, dan kegiatan lainnya yang menghasilkan limbah sejenis sampah kota.
- B. Sampah yang dihasilkan dari kegiatan lain, seperti kegiatan industri, rumah sakit, dapat diterima pada TPA sampah kota, dengan catatan tidak dicampur dengan limbah industri yang tidak berkategori sampah kota, atau tidak bercampur dengan limbah yang berpotensi menularkan penyakit infeksi (*infectious*)
- C. Limbah yang boleh masuk ke TPA tidak seluruhnya diurug ke dalam area pengurugan. Proses lainnya sangat dianjurkan seperti daur-ulang dan pengomposan.
- D. Limbah B3 yang berasal dari kegiatan rumah tangga harus ditangani secara khusus sesuai peraturan yang berlaku, dan TPA hanya berfungsi sebagai Tempat Penampungan Sementara. Jenis sampah yang diperbolehkan masuk dalam TPA yaitu sampah yang berasal dari kegiatan rumah tangga, industri yang tidak bercampur dengan sampah kota, kegiatan komersil, pasar, sedangkan sampah yang tidak diperbolehkan masuk TPA yaitu sampah rumah sakit, limbah B3.

2.4.2 Ketentuan Sarana Prasarana TPA

Berdasarkan Pedoman Pengoperasian TPA oleh Enri Damanhuri dkk (2006), agar TPA dapat berfungsi secara baik, paling tidak di lokasi tersebut harus tersedia prasarana yang disiapkan secara baik, tetapi tidak dibatasi pada apa yang tercantum di bawah ini, yaitu :

1. Pintu gerbang dan pagar di sekeliling TPA, yang dibatasi dengan pohonpohon pembatas pandangan ke luar TPA

2. Papan nama yang berisi nama institusi pengelola, alamat, jenis limbah yang boleh masuk, jenis limbah yang boleh diurug, hari dan jam kerja, dan bila dianggap perlu, berisi informasi tentang tarif pengelolaan sampah di TPA tersebut.
3. Bangunan pencatat sampah masuk dan kendaraan keluar.
4. Alat berat untuk pengoperasian pengurugan sampah, paling tidak dari jenis dozer dan loader
5. Sediaan tanah pelapis dasar sesuai dengan kriteria yang berlaku
6. Sediaan tanah atau bahan penutup reguler sesuai dengan kriteria yang berlaku, yang dapat digunakan untuk minimum 5 kali penutupan rutin.
7. Bangunan untuk petugas lapangan, lengkap dengan toilet dan kamar mandi, yang dapat berfungsi sebagai ruang pengendali operasi harian
8. Sarana pemadam kebakaran, khususnya stok pasir dan air.
9. Sarana pencuci kendaraan pengangkut sampah yang akan ke luar lokasi.
10. Area pengurugan sampah
11. Area transit sampah
12. Drainase permukaan untuk mencegah masuknya air permukaan ke area pengurugan.
13. Instalasi pengolahan lindi
14. Sediaan sarana pengendali gas-bio, seperti kerikil dan atau pipa berlubang, sesuai kriteria yang berlaku.
15. Sumur pemantau air tanah, minimum 2 titik yaitu di hilir dan hulu aliran air tanah.
16. Sarana pengendali vektor penyakit Landfill dalam TPA adalah sarana yang hendaknya terisolasi dari luar, baik secara fisik maupun secara estetika dengan menggunakan tanaman sekeliling sebagai jalur hijau.

Ketentuan sarana prasarana penunjang di TPA berdasarkan pedoman pengoperasian TPA, minimal harus memiliki beberapa poin yang ada untuk proses pengelolaan sampah di TPA berjalan dengan baik. Pada penelitian ini pedoman operasional TPA sebagai acuan untuk mendeskripsikan gambaran umum di TPA Toisapu. Gambaran umum TPA berdasarkan sistem operasional sampah di TPA dan fasilitas-fasilitas penunjang yang ada didalamnya.

2.5 Gas Metana

Gas lahan TPA adalah gas yang dihasilkan dari pembusukan sampah padat yang dikondisikan dalam suatu pengolahan (Indarto, 2007). Gas lahan TPA diproduksi di bawah permukaan sampah, mengisi ruang pada timbunan sampah. Komposisi gas lahan TPA yang dihasilkan oleh deposit materi organik di TPA bervariasi signifikan selama fase operasional (masuknya sampah ke TPA) dan setelah penimbunan (Krakow dalam Angriani, 2017). Intensitas produksi gas bervariasi tergantung waktu sejak dari sampah mengendap di *landfill*. Komposisi gas *landfill* dan alirannya adalah kunci utama yang menentukan penggunaan potensi energi sebuah *landfill* yang tepat dan bermanfaat (Krakow, 2010). Berikut merupakan persentase distribusi gas lahan TPA.

Tabel 2.2

Komposisi Gas Lahan TPA

Komponen	Persentase (dry volume basis)
Metana	45-60
Karbondioksida	45-60
Nitrogen	2-5
Oksigen	0,1-1,0
Ammonia	0,1-1,0
Sulfida, disulfide, merkaptan, dll	0-1,0
Hidrogen	0-0,2
Karbon monoksida	0-0,2

Sumber: Tchobanoglous & Kreith, 2002

Dalam penelitian ini gas lahan yang akan dibahas yakni gas metana. Gas metana adalah komponen utama gas alam yang merupakan sumber bahan bakar utama.

2.5.1 Sistem Pengelolaan Gas Metana

Pengelolaan gas metana di TPA berdasarkan Peraturan Menteri PU Tentang Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga yaitu gas bio harus dialirkan ke pipa penangkap gas melalui ventilasi sistem penangkap gas, lalu dibakar pada gas *flare*. Sedangkan menurut Tchobanoglous, Theisen dan Vigil (1993) untuk mengendalikan pergerakan gas dapat menggunakan 4 metode, antara lain:

- Menempatkan *material impermeable* pada luar perbatasan *landfill* untuk menghalangi aliran gas.
- Menempatkan *material granular* pada perbatasan *landfill* untuk penyaluran atau pengumpul gas.
- Pembuatan ventilasi vertikal dan horizontal dalam lokasi *landfill*.
- Pembuatan ventilasi disekeliling *landfill*.

Terdapat dua cara untuk menangkap gas pada landfill, yaitu dengan cara aktif dan pasif. Aktif yaitu digunakan blower dan tersedia instalasi untuk pengolahan lanjutan gas, sedangkan pasif hanya menggunakan pipa untuk ventilasi. Pemasangan pipa untuk kontrol gas dari dalam landfill dilakukan secara vertikal dan horizontal yang dinamakan instalasi penangkapan gas metana. Setelah diproses di instalasi penangkapan gas metana, kemudian dilakukan pemurnian gas metana yang digunakan untuk mengurangi dampak lingkungan akibat dari pembakaran gas metana. Pemurnian gas metana diolah didalam tiga tabung setinggi kurang lebih 2 meter. Di dalam tabung tersebut telah dimasukkan beberapa zat pemurni. Proses ini dibantu dengan AMEG untuk *convertasi* gas metana ke tabung pemurnian dan kemudian dilakukan penyaluran gas metana dengan menggunakan blower. Blower yang terdapat pada TPA Toisapu yaitu dengan spesifikasi 300 bar dan memiliki radius penjangkauan 2 km dari TPA. Sistem pengelolaan gas metana di TPA ini digunakan menjadi pedoman untuk rekomendasi pengelolaan gas metana di TPA Toisapu Kota Ambon.

2.5.2 Perhitungan Produksi dan Potensi Gas metana

Perhitungan potensi gas metana pada TPA Toisapu menggunakan metode dari International Plant Protection Convention (IPCC) 2006. IPCC merupakan lembaga ilmiah yang meninjau dan menilai terkait perubahan iklim. Salah satu kajian dari IPCC yaitu manfaat gas metana yang dapat digunakan sebagai pengganti energy bahan bakar. Produksi gas metana dihitung berdasarkan massa sampah terurai (*decomposable waste* atau $DDOC_m$), massa (*accumulated decomposable waste* atau $DDOC_{ma}$), dan timbunan sampah terurai (*deposited decomposable waste* atau $DDOC_{md}$) dan presetase gas metana di dalam TPA. Persamaan berikut merupakan persamaan yang dipakai untuk mendapatkan jumlah produksi gas metana di TPA menurut IPCC (2006).

$$CH_4 generated = DDOC_m \times F \times \frac{16}{12} \dots\dots\dots(2-4)$$

Dimana:

$CH_4 generated$: Produksi gas metana (ton)

$DDOC_m$: DOC terdekomposisi pada tahun T (ton)

F : Fraksi CH_4 yang dihasilkan di TPA (fraksi untuk Indonesia= 0,5)

$\frac{16}{12}$: Rasio berat molekul CH_4 / C (rasio)

$$DDOC_m = W \times DOC \times DOC_f \times MCF \dots\dots\dots(2-5)$$

Dimana:

$DDOC_m$: DOC tersimpan di TPA yang dapat terdekomposisi (ton)

W	: Massa sampah yang tersimpan (ton)
DOC	: Karbon organik terdegradasi di tahun penimbunan (ton)
DOCf	: Fraksi DOC yang dapat terurai (fraksi)
MCF	: Faktor koreksi metana (fraksi)

Produksi total gas metana di TPA merupakan jumlah produksi gas metana tahunan selama kurun waktu perhitungan (Sharvina, 2014). Metode perhitungan dari IPCC untuk penelitian ini menggunakan *default value*. Nilai tertentu atau *default value* digunakan berdasarkan standar IPCC khusus untuk Indonesia. Berikut merupakan default value yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 2.3
Nilai Default

Variabel	Nilai default	Keterangan
<i>Methane correction factor (MCF)</i>	0,5	Tipe TPA: managed semi aerobic
<i>Fraction of Degradable Organic Carbon Decomposes (DOC_f)</i>	Tergantung jenis sampah	Berkisar antara 0,15-0,40
<i>Fraction of Degradation Organic Carbon Decomposes (DOC_f)</i>	0,5	
<i>Faktor Oksidasi</i>	0	Jenis TPA unmanaged atau managed tetapi tidak ditutup dengan material aerasi
<i>Waste decay rate (k)</i>	Tergantung jenis sampah	Berkisar antara 0,17-0,7
<i>Methane recovery</i>	0	<i>Recovery</i> metana diperhitungkan hanya jika terdapat dokumentasi yang lengkap

Sumber: IPCC, 2006

Menurut (International Plant Protection Convention (IPCC), 2006), potensi CH₄ yang dihasilkan sepanjang tahun dapat diperkirakan berdasarkan jumlah dan komposisi limbah yang dibuang ke TPA. Dasar perhitungannya dengan menggunakan jumlah Degradable Organic Carbon (DDOC_m) yang terdekomposisi. Dimana DDOC_m sama dengan produk dari jumlah limbah (W), fraksi karbon organik terdegradasi dalam limbah (DOC) yang berkisar antara 0,15 – 0,04, fraksi karbon organik terdegradasi yang terurai di bawah kondisi anaerobik (DOC_f) dengan nilai 0,5 untuk daerah Indonesia dan (MCF) atau factor koreksi metana yaitu dengan nilai 0,5 untuk kategori TPA managed semi aerobic.

Berikut merupakan nilai factor koreksi metan (MCF) sesuai dengan kategori pembuangan sampah.

Tabel 2.4
Nilai Faktor Koreksi Metan

MSW				
<i>Unmanaged shallow</i>	<i>Unmanaged deep</i>	<i>Managed anaerobic</i>	<i>Managed semiaerobic</i>	<i>Uncategorized</i>
MCF	MCF	MCF	MCF	MCF

IPCC DEFAULT COUNTRY- SPECIFIC VALUE	0,4	0,8	1	0,5	0,6
--	-----	-----	---	-----	-----

Sumber: IPCC,2006

MCF adalah faktor koreksi metana untuk masing-masing dari empat kategori yaitu *unmanaged shallow*, *unmanaged deep*, *managed anaerobic* dan *managed semiaerobic*. Nilai default disediakan untuk negara-negara di mana jumlah limbah yang dibuang ke masing-masing TPS tidak diketahui (*International Plant Protection Convention (IPCC)*, 2006). *Unmanaged shallow* yaitu tempat pembuangan sampah tidak dikelola dimana TPA tidak memenuhi kriteria pengelolaan TPA dan yang memiliki kedalaman kurang dari 5 meter. *Unmanaged deep* yaitu tempat pembuangan limbah tidak dikelola dan dekat dengan kolam, sungai atau lahan yang basah oleh limbah. *Managed anaerobic* apabila memiliki penempatan limbah yang terkontrol yaitu limbah yang diarahkan ke area pengendapan tertentu, tingkat pengendalian pembilasan dan tingkat pengendalian kebakaran. *Managed semiaerobic* apabila tempat pembuangan limbah padat *semi aerobic* yaitu memiliki penempatan limbah terkontrol.

Besarnya penghematan gas metana dapat dihitung dengan menghitung biaya bahan bakar memasak sebelum gas metana dan dikurangi estimasi biaya sesudah menggunakan gas metana (Sharvina, 2014). Perhitungan produksi gas metana digunakan untuk menghitung produksi gas metana di TPA Toisapu dari tahun 2010 hingga tahun 2026. Setelah itu dihitung biaya penghematan dari pemanfaatan gas metana sebagai bahan bakar memasak masyarakat sekitar TPA.

2.6 Manfaat Jasa Lingkungan

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 2008 perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 6 Tahun 2007 tentang tata hutan dan penyusunan rencana pengelolaan hutan serta pemanfaatan hutan, jasa lingkungan adalah kegiatan untuk memanfaatkan potensi sumberdaya alam dengan tidak merusak lingkungan dan mengurangi fungsi utamanya. Sutopo (2011) menyatakan bahwa jasa lingkungan didefinisikan sebagai keseluruhan konsep sistem alami yang menyediakan aliran barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia dan lingkungan yang dihasilkan oleh proses ekosistem alami. Menurut Fauzi (2016), sumber daya alam selain menghasilkan barang dan jasa yang dapat dikonsumsi baik langsung maupun tidak langsung juga dapat menghasilkan jasa-jasa lingkungan yang memberikan manfaat dalam bentuk lain, manfaat amenity seperti keindahan, ketenangan dan sebagainya.

Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 menjelaskan mengenai instrumen dalam Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan Hidup (PPLH) yaitu Instrumen Ekonomi Pembayaran Jasa

Lingkungan (PJL) atau lebih dikenal juga sebagai Payment of Environmental Services (PES). Instrumen ini mengandalkan instrumen ekonomi atau signal pasar untuk perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. PES atau Pembayaran Jasa Lingkungan menurut KLH (2013) adalah instrumen berbasis pasar untuk tujuan konservasi, berdasarkan prinsip bahwa siapa yang mendapatkan manfaat dari jasa lingkungan harus membayar untuk keberlanjutan penyediaan jasa lingkungan dan siapa yang menghasilkan jasa tersebut harus dikompensasi.

Menurut Wunder (2005), suatu ekosistem menyediakan suatu jasa lingkungan yang memiliki empat fungsi penting yaitu :

1. Jasa penyediaan (*provising services*), yaitu penyediaan sumber daya alam berupa sumber bahan makanan, obat-obatan alamiah, sumber daya genetik, kayu bakar, serat, air, mineral dan lain-lain.
2. Jasa pengaturan (*regulating services*), yaitu jasa lingkungan yang memiliki fungsi menjaga kualitas udara, pengaturan iklim, pengaturan air, pengontrol erosi, pengaturan untuk menjernihkan air, pengaturan pengelolaan sampah, pengaturan untuk mengontrol penyakit, pengaturan untuk mengurangi resiko yang menghambat perbaikan kualitas lingkungan dan lain-lain.
3. Jasa kultural (*cultural services*), jasa cultural yang dimaksud disini adalah jasa lingkungan sebagai identitas dan keragaman budaya, nilai-nilai religious Universitas Sumatera Utara dan spiritual, pengetahuan, inspirasi, nilai estetika, hubungan sosial, rekreasi, dan lain-lain.
4. Jasa pendukung (*supporting services*), jasa pendukung yang dimaksud disini adalah jasa lingkungan sebagai produksi utama yang memproduksi oksigen.

Konsep pembayaran jasa lingkungan didasarkan pada pemahaman bahwa lingkungan beserta segenap komponen didalamnya memiliki peran dalam mendukung kehidupan yang selama ini belum dipertimbangkan dalam sistem ekonomi. Pagiola (2004) juga menjelaskan penyedia jasa lingkungan menerima pembayaran tergantung dari kemampuan mereka menyediakan jasa lingkungan yang diinginkan atau melakukan suatu kegiatan yang sifatnya dapat menghasilkan jasa lingkungan tersebut. Hal ini sesuai dengan kondisi eksisting Pengelola TPA Toisapu dan pemulung yang melakukan pengelolaan sampah menjadi penyedia jasa lingkungan, karena pemulung dan pengelola TPA yang mengelola sampah dengan baik dapat menjaga kualitas kebersihan lingkungan. Pemulung dan petugas TPA mendapatkan kompensasi secara finansial dari hasil olahan kompos dan pemilahan. Manfaat ini yang kemudian menjadi acuan untuk meninjau manfaat ekonomi sampah di TPA Toisapu.

2.6.1 Manfaat Ekonomi Sampah

Manfaat adalah tambahan bagian yang diperoleh atau dirasakan oleh individu atau masyarakat sebagai akibat adanya investasi baik yang dirasakan langsung maupun tidak langsung. Manfaat langsung (*direct benefit*) yaitu manfaat yang secara nyata dan langsung dapat dirasakan sebagai akibat proyek (Departemen ESL, 2018). Manfaat tidak langsung (*indirect benefit*) yaitu manfaat yang secara tidak langsung ditimbulkan karena adanya proyek. Manfaat proyek juga bisa berupa manfaat yang tidak bisa dihitung (*intangible benefit*) dan manfaat yang bisa dihitung (*tangible benefit*). Manfaat dari pembangunan proyek yang sulit diukur dalam bentuk uang, seperti perubahan pola pikir masyarakat, perbaikan lingkungan, berkurangnya pengangguran, peningkatan ketahanan nasional, kemantapan tingkat harga, dll

Menurut UU No. 18 Tahun 2008 sampah yang dikelola dengan baik dapat dijadikan sumber daya yang mempunyai nilai ekonomi. Sampah menjadi sumber daya yang mempunyai nilai ekonomi dan dapat dimanfaatkan sehingga mempunyai nilai tambah, misalnya, sampah organik yang merupakan sisa-sisa sampah dapur atau daun-daunan dapat diolah menjadi kompos yang apabila di jual maka dapat menghasilkan keuntungan ekonomi bagi produsen tersebut. Menurut Windraswara dan Prihastuti (2017) sampah memiliki nilai ekonomi yang berbeda-beda sesuai dengan komposisi sampah masing-masing dan perlakuan sebelum penjualan. Jenis sampah organik yang dapat didaur ulang diantaranya sampah sisa kegiatan rumah tangga) yaitu sayuran dan buah-buahan yang dibuang dalam proses memasak. Sedangkan jenis sampah anorganik yaitu sampah plastik, kertas, aluminium, kayu, sampah organik, ban bekas, dan lainnya.

Manfaat ekonomi sampah dapat ditinjau dari nilai ekonomi sampah dan nilai produksi (Haikal, 2011). Nilai ekonomi sampah pada umumnya berasal dari dua sektor, yaitu:

2. Sektor formal, yaitu sektor nilai ekonomi yang dikelola oleh pemerintah
3. Sektor informal, yaitu sektor nilai ekonomi yang dikelola oleh pemulung dan pengumpul sampah.

Sektor informal memiliki peranan penting dalam pengelolaan sampah. Pemulung mencari barang yang bernilai ekonomi dari tumpukan sampah di TPS ataupun TPA maupun dari rumah ke rumah. Nilai ekonomi sampah dari sektor informal berasal dari penjualan ulang dari bahan-bahan yang dapat diolah kembali. Pada umumnya sampah yang memiliki nilai ekonomi tersebut merupakan bahan-bahan yang dapat didaur ulang yang kemudian ditawarkan kembali ke industri-industri yang membutuhkannya. Sedangkan nilai ekonomi yang dikelola pemerintah berasal dari biaya retribusi sampah. Kota Ambon memiliki instalasi pengolahan sampah terpadu yang terletak di TPA Toisapu, instalasi ini merupakan instalasi yang berfungsi untuk mengolah sampah organik

yang masuk ke TPA menjadi kompos. Hasil dari pengkomposan ini kemudian disetorkan ke kas daerah. Dari gambaran nilai ekonomi pengelolaan sampah yang dilakukan baik secara formal maupun informal tersebut maka dapat dinyatakan bahwa analisis nilai ekonomi sampah dalam penelitian ini menjadi sangat relevan.

Berdasarkan penelitian oleh Dedi D dkk (2015) menyatakan bahwa untuk mengetahui manfaat ekonomi pengelolaan sampah di TPA yaitu melalui perhitungan nilai produktivitas dengan mengestimasi besarnya pendapatan yang diperoleh dari hasil menjual barang bekas atau hasil olahan sampah tersebut. Teori ini digunakan sebagai acuan untuk metode analisis manfaat ekonomi dalam penelitian ini.

2.6.2 Manfaat Ekonomi Gas metana

Berdasarkan penelitian oleh Anggriany (2017), menyebutkan bahwa metana merupakan bahan bakar yang dapat menjembatani antara ekonomi bahan bakar fosil (karbon) dan kebutuhan terhadap energi terbarukan. Gas metana diproyeksikan memainkan peran penting dalam bauran energi global hingga 2035. Gas metana yang terakumulasi pada lapisan – lapisan tumpukan sampah yang berada pada lahan TPA jika terbebas ke lingkungan dapat menjadi salah satu kontributor efek gas rumah kaca, yang pada akhirnya berpengaruh terhadap efek pemanasan global di bumi. Sehingga pemukiman di sekitar TPA yang menguap liar akan menimbulkan efek kebakaran, bau gas metanaa yang masih mengandung unsur karbondioksida (monoksida), Sulfida dan Nitrogen akan menyebabkan penyakit ISPA bagi warga sekitarnya sehingga sebaiknya dikelola sehingga dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar sebagai pembangkit energi alternatif (Sutriyono, 2010). Menurut Undang- Undang RI Nomor 17 tahun 2004 tentang Pengesahan *Kyoto Protocol To The United Nations Framework Convention On Climate Change* (Protokol Kyoto atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim) Indonesia sebagai negara berkembang untuk mempercepat pengembangan industri dan transportasi dengan tingkat emisi rendah harus melalui pemanfaatan teknologi bersih dan efisien serta pemanfaatan energi terbarukan. Dimana penggunaan bahan bakar yang memiliki emisi tinggi harus beralih menuju bahan bakar yang memiliki emisi rendah, salah satunya dengan pemanfaatan gas metanaa sebagai biogas (Sutarno dan Sukara, n.d.). Gas metana merupakan komponen utama dari biogas. Biogas dihasilkan dari proses dekomposisi sampah secara anaerobic. Proses anaerobik terjadi dalam 10-50 hari sampah yang ditimbun (Popov, 2005 dalam Abreu, dkk, 2011). Berikut merupakan nilai biogas yang disetarakan dengan sumber energi lain dan konversi nilai biogas dengan penggunaannya.

Tabel 2.5
Kesetaraan Nilai Biogas dengan Sumber Energi Lain

Bahan Bakar	Jumlah
Biogas	1 m ³
Elpiji	0,46 kg
Minyak Tanah	0,62 liter
Minyak Solar	0,52 liter
Bensin	0,80 liter
Gas Kota	1,50 m ³
Kayu Bakar	3,5 kg

Sumber: Sucipto (2012)

Setiap 1 m³ biogas setara dengan 0,62 liter minyak tanah. Berdasarkan kondisi eksiting seluruh masyarakat Dusun Ama Ory menggunakan minyak tanah sebagai bahan bakar memasaknya. Besarnya penghematan gas metanaa dapat dihitung dengan menghitung biaya sebelum menggunakan gas metanaa dikurangi biaya sesudah menggunakan gas metanaa (Sharvina, 2014). Dengan teori diatas dapat digunakan untuk menghitung manfaat ekonomi yang dirasakan masyarakat apabila dilakukannya pemanfaatan gas metana untuk bahan bakar memasak.



2.7 Studi Terdahulu

Studi terdahulu dalam penelitian ini digunakan sebagai acuan dalam pengerjaan hasil dan pembahasan penelitian. Studi terdahulu pada penelitian ini bersumber pada jurnal dan skripsi variabel dan teori yang dapat digunakan untuk pengerjaan penelitian ini. Berikut merupakan studi terdahulu yang digunakan sebagai acuan penelitian ini.

Tabel 2.6
Studi Terdahulu

No	Nama Peneliti	Sumber Pustaka	Judul Penelitian	Variabel Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisis	Hasil Penelitian	Manfaat dalam penelitian	Perbedaan dengan studi
1.	Amir dan Welly, 2017	Jurnal	Studi Timbulan Dan Reduksi Sampah Rumah Kompos Serta Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Di Surabaya Timur	- Volume dan Timbulan Sampah - Material Balance Rumah Kompos - Tingkat reduksi - Perhitungan Gas Emisi Rumah Kaca	- Mengetahui potensi reduksi sampah dari rumah kompos di Kawasan Surabaya Timur - Mengetahui emisi gas rumah kaca di Kawasan Surabaya Timur	- Analisis timbulan sampah - Analisis komposisi sampah - Analisis reduksi sampah - Perhitungan emisi gas metana	Penelitian ini menunjukkan bahwa perhitungan material balance dengan menggunakan rumah kompos dapat mereduksi sampah di kawasan Surabaya timur sebesar 50,74% dan perhitungan emisi gas rumah kaca paling besar sebab adanya rumah kompos. Hal ini disebabkan karena sebenarnya penyumbang emisi gas rumah kaca terbesar dari proses	Sebagai acuan untuk menghitung reduksi sampah eksisting dan potensi reduksi yang dilakukan untuk kegiatan pengolahan sampah organik menjadi kompos.	Pada penelitian Studi Timbulan Dan Reduksi Sampah Rumah Kompos Serta Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Di Surabaya Timur ini menghitung emisi gas rumah kaca dari kegiatan reduksi sampah. Sedangkan pada penelitian ini hanya menghitung potensi reduksi sampah untuk mengetahui manfaat ekonomi pengolahan sampah.

No	Nama Peneliti	Sumber Pustaka	Judul Penelitian	Variabel Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisis	Hasil Penelitian	Manfaat dalam penelitian	Perbedaan dengan studi
							pengomposan tersebut berasal dari proses pembakaran		
2.	Eprilita dan Hijrah, 2017	Jurnal	Potensi Reduksi Sampah Oleh Sektor Informal Dalam Pengelolaan Sampah Perkotaan (Studi Kasus TPS Kota Yogyakarta)	- Timbulan sampah yang masuk ke TPS - Volume dan komposisi sampah yang dipilah - Jumlah sampah teresidu	- Mengetahui potensi reduksi oleh sector informal dalam pengelolaan sampah perkotaan	- Analisis timbulan sampah - Analisis komposisi sampah - Analisis reduksi sampah	Penelitian ini menunjukkan bahwa peran pemulung sangat membantu dalam kegiatan pengurangan sampah yang ada	Sebagai acuan untuk menghitung besar reduksi sampah eksisting dan potensi reduksi dari pemilahan sampah yang dilakukan pemulung	Pada penelitian Potensi Reduksi Sampah Oleh Sektor Informal Dalam Pengelolaan Sampah Perkotaan (Studi Kasus TPS Kota Yogyakarta) dilakukan di TPS dimana jumlah sampah yang dihasilkan lebih sedikit dibanding jumlah sampah di TPA.
2.	Sharvina, 2014	Skripsi	Pengembangan potensi biogas sebagai pengganti bahan bakar gas di TPA Talangagung	- Potensi produksi gas metanaa - Tingkat kepuasan - Tingkat kepentingan - Harga optimal	- Mengetahui seberapa besar potensi reduksi gas metanaa di TPA Talangagung - Mengetahui kinerja pengelolaan gas metanaa di TPA - Mengetahui kontribusi ekonomi rumah tangga untuk	- Metode perhitungan produksi gas metana - Perhitungan pemanfaatan gas metanaa - Analisis deskriptif kondisi eksisting - Analisis WTP	Penelitian ini menunjukkan bahwa menurut hasil perhitungan potensi produksi gas metana bahwa gas metana di TPA Talangagung berpotensi untuk dikembangkan. Warga yang sudah	Sebagai acuan untuk menghitung produksi gas metana untuk pemanfaatan sebagai bahan bakar memasak.	Pada penelitian Pengembangan potensi biogas sebagai pengganti bahan bakar gas di TPA Talangagung peneliti menghitung tingkat kepuasan dan tingkat kepentingan apabila dilakukan

No	Nama Peneliti	Sumber Pustaka	Judul Penelitian	Variabel Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisis	Hasil Penelitian	Manfaat dalam penelitian	Perbedaan dengan studi
					pendistribusian biogas di TPA Talangagung		menggunakan gas metana menganggap bahwa gas metana merupakan hal yang dibutuhkan oleh warga. Dalam penelitian ini diketahui bahwa warga mampu membayar gas metana di atas harga awal.		penggunaan biogas sebagai bahan bakar memasak, sedangkan pada penelitian ini hanya menghitung produksi gas metana dan mengkonversikan estimasi harga penggunaan bahan bakar memasak jika menggunakan gas metana tanpa menganalisis lebih jauh mengenai tingkat kepuasan dan kepentingan masyarakat.
4.	Sutriyono, 2010		Merekayasa Pemanfaatan Gas metana (CH ₄) Menjadi Energi Listrik Kapasitas 500 KWH (Studi kelayakan di TPA Supit Urang Kota Malang)	- Produksi gas metana - Manfaat ekonomi - Kualitas udara sekitar TPA	- Mengkaji kelayakan kandungan potensi gas, ditinjau dari teknologi, ekonomi, social dan dampak lingkungan, jika diberdayakan menjadi pembangkit energy alternative	- Analisa hasil uji gas metana - Analisa aspek ekonomi - Analisa kualitas udara - Perhitungan model gauss	Penelitian ini menunjukkan bahwa produksi gas metana di TPA dapat dimanfaatkan sebagai energy listrik. Pemakaian energy dapat memperoleh nilai	Sebagai acuan perhitungan manfaat ekonomi dari pemanfaatan gas metana.	Pada penelitian ini Merekayasa Pemanfaatan Gas metana (CH ₄) Menjadi Energi Listrik Kapasitas 500 KWH (Studi kelayakan di TPA Supit Urang Kota Malang) gas metana direncanakan dikembangkan

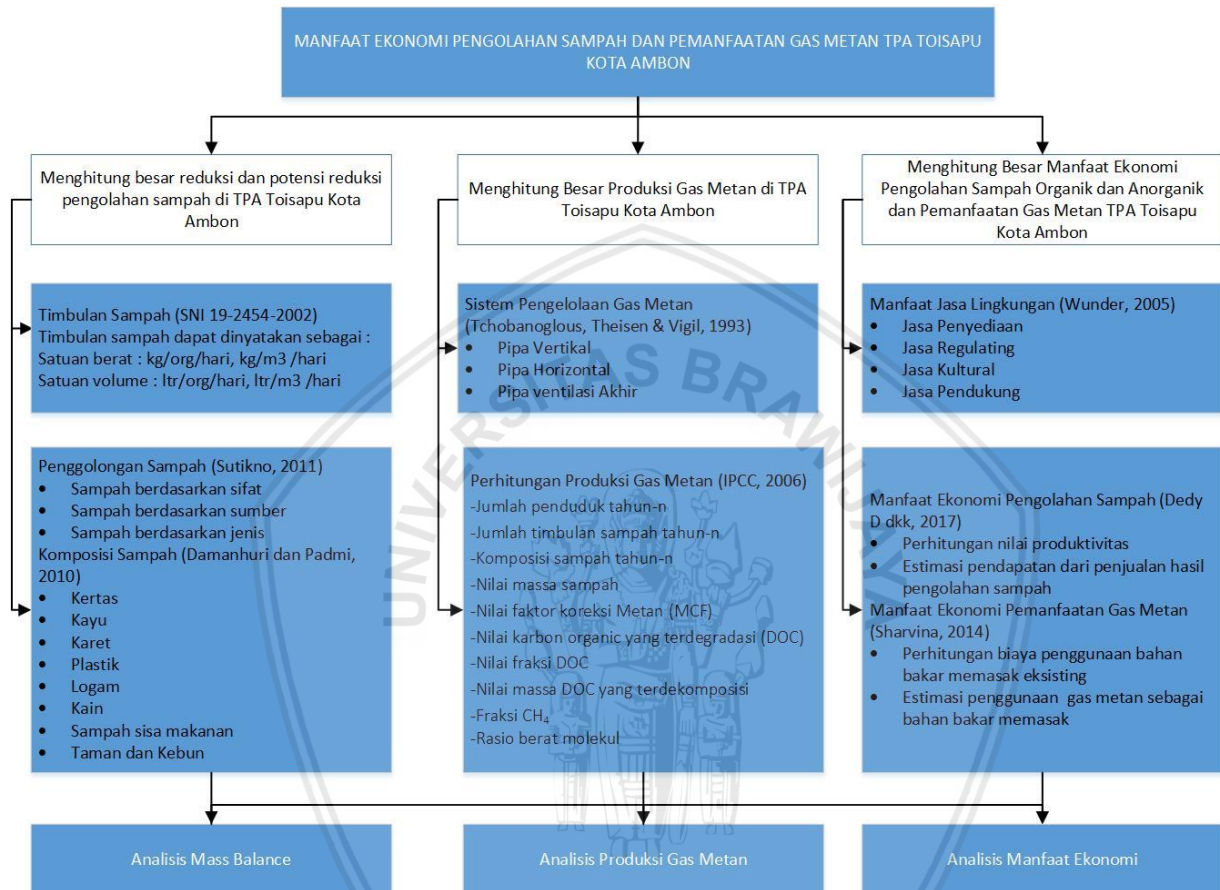
No	Nama Peneliti	Sumber Pustaka	Judul Penelitian	Variabel Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisis	Hasil Penelitian	Manfaat dalam penelitian	Perbedaan dengan studi
					- Mengkaji kandungan potensi gas ikutan lain yang berperan terhadap pengotoran udara dan lingkungan. - Mengkaji volume dan kandungan gas metana jika direncanakan untuk diubah menjadi pembangkit energy alternatif		produktivitas ekonomi.		menjadi sumber energy listrik, sehingga perhitungan manfaat ekonomi disesuaikan dengan estimasi untuk biaya energy listrik sedangkan pada penelitian ini gas metana di rencanakan untuk dikembangkan menjadi sumber bahan bakar memasak.
5.	Hanafiah, 2017		Analisis Potensi Nilai Ekonomi Sampah Dalam Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat (Studi Kasus : Bank Sampah Srikandi Berdikari, Desa Pasarean, Kabupaten Bogor)	- Timbulan sampah - Nilai ekonomi sampah	-Mengidentifikasi persepsi masyarakat terhadap pengaruh sampah dalam aspek ekonomi, social dan lingkungan erta factor pendorong dan penghambat partisipasi masyarakat. -Mengestimasi tmbulan dan volume sampah yangdihasilkan oleh masyarakat. -Mengestimasi nilai ekonomi sampah yang	- Analisis kuantitatif dan skala likerts - Analisis timbulan sampah - Analisis kuantitatif dengan harga pasar - Analisis kuantitatif biaya angkut	Penelitian ini menunjukan bahwa pengelolaan sampah berbasis maysarakat yang dilakukan melalui bank sampah memiliki nilai ekonomi untuk masyarakat sekitar	Sebagai acuan untuk menghitung potensi manfaat ekonomi pengolahan sampah oleh petugas TPA dan pemulung.	Pada penelitian Analisis Potensi Nilai Ekonomi Sampah Dalam Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat (Studi Kasus : Bank Sampah Srikandi Berdikari, Desa Pasarean, Kabupaten Bogor) manfaat ekonomi dari pengolahan sampah dihitung untuk manfaat yang dirasakan

No	Nama Peneliti	Sumber Pustaka	Judul Penelitian	Variabel Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisis	Hasil Penelitian	Manfaat dalam penelitian	Perbedaan dengan studi
					dihasilkan masyarakat Desa Pasarean -Mengestimasi ebsar penghematan biaya angkut dan retribusi sampah sebagai dampak lanjutan PSBM				oleh masyarakat sebagai pelaku yang melakukan kegiatan pengolahan sampah, hal ini menjadi pemasukan untuk masyarakat. Sedangkan pada penelitian ini, manfaat ekonomi dihitung untuk pemulung dan petugas TPA.



2.8 Kerangka Teori

Kerangka Teori merupakan uraian tentang telaahan teori dan hasil penelitian terdahulu yang terkait. Kerangka teori ini sebagai dasar dalam pengerjaan penelitian “Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik di TPA Toisapu”. Berikut merupakan kerangka teori yang dapat dilihat dibawah.



Gambar 2.1 Kerangka Teori

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Definisi Operasional

Definisi operasional merupakan penjelasan variabel yang digunakan pada wilayah studi. Definisi operasional diperlukan agar tidak terjadi perbedaan pengertian dalam memahami tentang suatu penelitian yang telah dilakukan. Pada penelitian ini terdapat beberapa definisi operasional sebagai berikut:

1. Manfaat Ekonomi

Pengertian manfaat menurut kamus besar Indonesia (2002: 710) adalah sesuatu yang memiliki nilai guna atau faedah. Pada penelitian ini ditekankan pada manfaat ekonomi dari kegiatan pengolahan sampah dan pemanfaatan potensi gas metana yang terdapat di TPA Toisapu.

2. Pengolahan Sampah

Pengolahan sampah pada penelitian ini yaitu kegiatan pengolahan yang dilakukan dengan memanfaatkan instalasi pengolahan sampah terpadu dan pemulung. Kegiatan pengolahan tersebut kemudian diidentifikasi besar sampah organik yang direduksi menggunakan IPST dan yang dilakukan pemulung sehingga didapatkan nilai *recovery factor* sebagai hasil dari analisis *mass balance*.

3. Sampah organik

Pengertian sampah organik pada penelitian ini adalah sampah yang dapat membusuk seperti sampah kertas, sampah sisa makanan, taman dan kebun, kayu, tekstil dan nappies (IPCC, 2006) sampah organik ini jika mengalami penumpukkan akan menghasilkan gas metana yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Selain itu, sampah organik juga dapat dimanfaatkan sebagai kompos yang dapat memiliki nilai ekonomi jika dijual.

4. Sampah anorganik

Pengertian sampah anorganik pada penelitian ini adalah sampah berupa sampah plastic, kaca, logam, dll yang tidak dapat membusuk (Sutikno, 2011) Sampah anorganik ini dipilah oleh pemulung dan dijual ke pengepul untuk pendapatan masing-masing pemulung.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan ialah objek yang difokuskan dalam penelitian. Variabel penelitian kriteria reduksi sampah, potensi produksi sampah, dan manfaat ekonomi.

Berikut penjelasan secara rinci terkait variabel penelitian Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik di TPA Toisapu Kota Ambon pada **Tabel 3.1**

Tabel 3.1

Variabel-Sub Variabel Penelitian

Variabel	Sub Variabel	Indikator	Literatur/Sumber Pustaka
Reduksi dan Potensi reduksi pengolahan sampah	- Akumulasi sampah - <i>Material balance</i>	- Jumlah timbulan sampah - Komposisi sampah - Jumlah timbulan sampah yang tereduksi	Amar Addinsyah dkk, 2017
Potensi Produksi Gas metana	- Timbulan sampah terurai - Fraksi gas metana	- Jumlah penduduk tahun-n - Jumlah timbulan sampah tahun-n - Komposisi sampah tahun-n - Nilai massa sampah - Nilai faktor koreksi Metan (MCF) - Nilai karbon organik yang terdegradasi (DOC) - Nilai fraksi DOC - Proyeksi penduduk - Proyeksi timbulan sampah - Nilai massa DOC yang terdekomposisi - Fraksi CH ₄ - Rasio berat molekul	IPCC, 2006
Manfaat ekonomi	- Manfaat pengolahan sampah	- Akumulasi sampah - Nilai ekonomi sampah	Hanafiah, 2017
	- Manfaat pemanfaatan gas metana	- Laju volume gas metana total - Perbandingan harga penggunaan bahan bakar sebelum dan jika menggunakan gas metana	Sutriyono, 2010

3.3 Penentuan Sampel

Penentuan populasi dan sampel dalam penelitian “Manfaat ekonomi pengolahan sampah organik dan anorganik di TPA Toisapu” diperuntukkan untuk analisis *mass balance*, analisis potensi produksi gas metana dan analisis manfaat ekonomi.

3.3.1 Populasi

Populasi yang digunakan dalam “Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik TPA Toisapu Kota Ambon” yaitu populasi untuk analisis *mass balance*, analisis potensi produksi gas metana dan analisis manfaat ekonomi. Berikut merupakan penjabaran populasi yang digunakan setiap analisis untuk menjawab tujuan pada penelitian ini sebagai berikut:

a. Reduksi dan Potensi Reduksi Pengolahan Sampah

Pada penelitian ini untuk menjawab tujuan penelitian reduksi dan potensi reduksi pengolahan sampah menggunakan analisis *mass balance*. Analisis ini dilakukan dengan cara menghitung reduksi dan potensi reduksi dari pengolahan sampah yang dilakukan oleh pemulung dan petugas TPA. Analisis *mass balance* yang ditujukan

untuk perhitungan reduksi dari petugas TPA dan pemulung menggunakan teknik pengambilan sampling yaitu *accidental sampling*. Penggunaan metode ini digunakan karena menyesuaikan kondisi eksisting karena pemulung dan petugas TPA yang datang di TPA Toisapu untuk memilah sampah per harinya tidak pasti sehingga pengambilan data dilakukan kepada responden yang pada hari penelitian dilakukan di TPA. Jumlah pemulung yang terdaftar di TPA sebanyak 178 orang sedangkan jumlah petugas TPA untuk memilah sampah sebanyak 12 orang. Pengambilan data jumlah dan jenis sampah yang dipilah oleh pemulung dan petugas TPA dilakukan pada pukul 08.00 hingga pukul 16.00 sore.

b. Potensi Produksi Gas metana

Pada penelitian ini untuk menjawab tujuan penelitian menghitung besar potensi produksi gas metana menggunakan analisis potensi produksi gas metana dengan perhitungan dari IPCC. Pengambilan data untuk analisis ini dilakukan dengan sasaran populasi penduduk Kota Ambon yang merupakan sumber penghasil sampah yang masuk ke TPA untuk diolah di IPST, dipilah pemulung, dan dapat menghasilkan gas metana.

c. Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik

Pada penelitian ini untuk menjawab tujuan penelitian potensi produksi gas metana menggunakan analisis manfaat ekonomi. Analisis manfaat ekonomi untuk menghitung besar manfaat ekonomi dari kegiatan pengolahan sampah anorganik oleh pemulung di TPA dan pengolahan sampah organik yang dijadikan kompos oleh petugas TPA dan pemanfaatan gas metana sebagai bahan bakar memasak masyarakat di dusun Ama Ory. Analisis ini membutuhkan data kegiatan pemilahan dari pemulung dan petugas TPA serta konsumsi penggunaan bahan bakar memasak masyarakat sekitar TPA untuk menghitung besar potensi gas metana yang dapat digunakan sebagai pengganti energi bahan bakar memasak di Dusun Ama Ory. Sasaran pada analisis ini yaitu 251 rumah yang terdapat di Dusun Ama Ory yang merupakan desa yang paling dekat dengan TPA Toisapu dengan jarak dari TPA sebesar 870 m dan 178 orang pemulung dan 12 petugas TPA yang bertugas melakukan kegiatan pemilahan sampah. Penentuan pengambilan data analisis manfaat ekonomi pengolahan sampah organik untuk pemanfaatan gas metana adalah berdasarkan radius jangkauan pelayanan blower gas metana yaitu 2 km dari titik blower di TPA Toisapu. Berdasarkan perhitungan google map total jumlah bangunan yang berada di radius 2 km sebanyak 257 bangunan dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

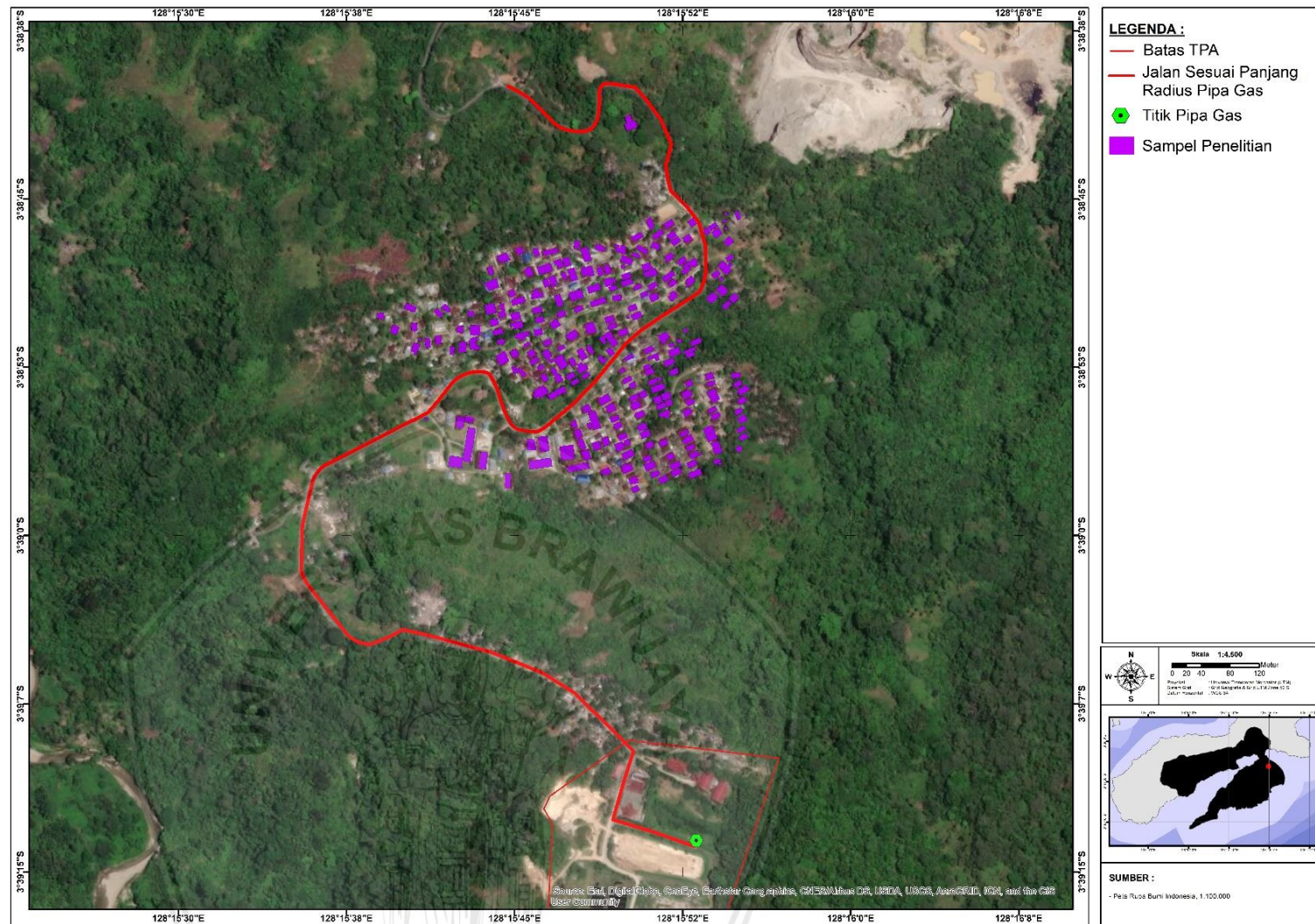
257 bangunan ini terdiri dari 251 perumahan dan 6 sarana, 251 rumah ini yang menjadi sasaran populasi dari penelitian ini untuk menjawab tujuan dari manfaat ekonomi pengolahan sampah organik untuk pemanfaatan gas metana.

3.3.2 Sampel

Sampel yang digunakan untuk pemilihan responden yaitu *accidental sampling*. Accidental sampling yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan kebetulan, yaitu siapa saja yang secara kebetulan/accidental dapat digunakan sebagai sampel namun jika memiliki kecocokan sebagai sumber data. Dalam penelitian ini *accidental sampling* digunakan untuk memilih responden pemulung dan petugas TPA sebagai sasaran pelaku kegiatan pemilahan sampah di TPA untuk menghitung reduksi dan potensi reduksi pengolahan sampah di TPA dan menghitung manfaat ekonomi pengolahan sampah organik dan anorganik. Penggunaan *accidental sampling* dikarenakan menyesuaikan kondisi eksisting di TPA karena pemulung dan petugas TPA yang datang ke TPA Toisapu per harinya tidak pasti. Pengambilan data dilakukan selama 7 hari berturut-turut dari tanggal 17 Maret 2017-23 Maret 2019, maka dari itu jumlah pemulung dan petugas TPA yang datang per harinya tidak menentu. Berikut merupakan tabel populasi dan sampel yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 3.2
Populasi dan Sampel

No	Tujuan	Jumlah Populasi	Jumlah Sampel (orang)						
			Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Hari 6	Hari 7
1	Menghitung reduksi dan potensi reduksi pengolahan sampah di TPA Toisapu	178 Pemulung	22	21	32	33	30	30	35
		12 petugas TPA	4	10	11	11	11	10	10
2	Menghitung besar potensi produksi gas metana	446.652 jiwa	-						
3	Menghitung besar manfaat ekonomi pengolahan sampah organik dan anorganik	251 rumah 178 pemulung 12 petugas TPA	-						



Gambar 3.1 Jumlah Sampel Penelitian

3.4 Metode Pengumpulan Data

3.4.1 Survei Primer

Survei primer merupakan metode pencarian data dan informasi yang dilakukan secara langsung melalui responden di lapangan. Survei primer mencerminkan kondisi eksisting lokasi yang sebenarnya dan dengan metode survei primer sangat efektif dalam menjawab *research question*.

A. Wawancara

Peneliti melakukannya dengan bertanya ke narasumber terkait mengenai informasi - informasi terkait karakteristik TPA, kegiatan reduksi sampah, dan kebutuhan bahan bakar memasak masyarakat. Wawancara dilakukan pada pengelola dan petugas TPA Toisapu Kota Ambon, pemulung dan masyarakat sekitar TPA. Wawancara yang dilakukan untuk petugas TPA dan pemulung dilakukan 7 hari berturut-turut dari tanggal 17 Maret 2019-23 Maret 2019 dari pukul 04.00 WIT hingga 16.00 WIT.

Berikut adalah list wawancara dalam penelitian ini.

Tabel 3.3

List Wawancara

Aspek Data	Pertanyaan
Sistem operasional TPA	1. Sejak kapan TPA Toisapu beroperasi? 2. Berapa luas TPA Toisapu? 3. Berapa kapasitas TPA Toisapu? 4. Berapa banyak luas lahan yang sudah terpakai? 5. Apa alasan memilih lokasi ini menjadi TPA di Kota Ambon? 6. Berapa banyak jumlah petugas di TPA Toisapu? 7. Berapa banyak truk yang ada di TPA Toisapu? 8. Dalam 1 hari berapa banyak truk yang masuk untuk mengangkut sampah? Berapa kapasitas truk? 9. Tindakan apakah yang pertama kali dilakukan saat sampah tiba ke lokasi? 10. Apakah terdapat kegiatan pemilahan sampah di TPA Toisapu? 11. Apa yang dilakukan terhadap sampah yang tidak terpilih (tidak bermanfaat) 12. Apakah terdapat kegiatan pengolahan sampah di TPA Toisapu? 13. Berapa kapasitas IPST? Berapa banyak jumlah sampah yang direduksi di IPST? Apa saja hasil dari kegiatan pengolahan di IPST? 14. Bagaimana mengelola gas yang dihasilkan penguraian bahan organik? 15. Bagaimana pengelolaan cairan lindi yang terdapat di TPA Toisapu?
Reduksi Sampah	1. Berapa kapasitas IPST? Berapa banyak jumlah sampah yang direduksi di IPST? Apa saja hasil dari kegiatan pengolahan di IPST? 2. Berapa banyak sampah yang dipilah pemulung setiap hari? Jenis sampah apa saja? Apa yang dilakukan pemulung dengan sampah yang dipilahnya? Adakah kegiatan pengolahan terhadap sampah yang dipilah?
Kebutuhan bahan bakar memasak	1. Bahan bakar apa yang digunakan untuk memasak? 2. Jika LPG berapa Kg tabung yang digunakan? Berapa kali dilakukan pergantian dalam satu bulan? 3. Jika minyak tanah berapa Liter yang digunakan? Berapa kali dilakukan pembelian ulang selama satu bulan?

Aspek Data	Pertanyaan
	4. Berapakah pengeluaran untuk membeli LPG/minyak tanah/ kayu bakar tersebut?

B. Observasi Lapangan

Observasi Lapangan merupakan metode pengumpulan data atau informasi yang dilakukan secara langsung dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan atau lokasi penelitian. Observasi yang dilakukan pada objek penelitian yaitu TPA Toisapu.

Tabel 3.4

Aspek Data yang Diamati

No	Aspek Data	Penjelasan	Manfaat
1.	Fisik TPA	Kondisi fisik TPA	Untuk mengidentifikasi kondisi eksisting TPA Toisapu sebagai acuan analisis
2.	Sarana Prasarana	Sarana prasarana yang terdapat di TPA	
3.	Pengoperasian TPA	Kondisi operasional TPA mulai dari sampah masuk hingga kegiatan pengolahan	

3.4.2 Survei Sekunder

Survei sekunder merupakan metode untuk mengumpulkan data melalui instansi-instansi terkait. Hasil dari survei skunder diharapkan berupa uraian, data angka maupun peta mengenai keadaan wilayah studi. Selain melalui instansi survei sekunder juga memungkinkan didapat dari penelitian-penelitian sebelumnya.

Tabel 3.5

Instansi Terkait dan Data yang Dibutuhkan

Instansi terkait	Data yang Dibutuhkan	Kegunaan
BAPPEDA	• RTRW Kota Ambon Tahun 2013 • RDTR Kota Ambon Tahun 2012 • SHP Jaringan Jalan Kota Ambon • SHP Administrasi Kota Ambon • Masterplan Persampahan Kota Ambon Tahun 2014 • SSK Kota Ambon Tahun 2012	• Mengidentifikasi kebijakan yang diatur mengenai TPA Toisapu
Dinas Lingkungan Hidup Kota Ambon	Data karakteristik TPA: • Luas • Volume sampah • Komposisi sampah • Sarana dan prasarana • Jumlah pemulung • Jumlah pegawai TPA	• Mengidentifikasi karakteristik TPA Toisapu • Sebagai acuan untuk analisis <i>mass balance</i>
TPA Toisapu	Dokumen terkait TPA Toisapu • Site TPA • Jumlah dan komposisi sampah yang masuk per hari	• Mengidentifikasi karakteristik TPA Toisapu • Sebagai acuan untuk analisis <i>mass balance</i>

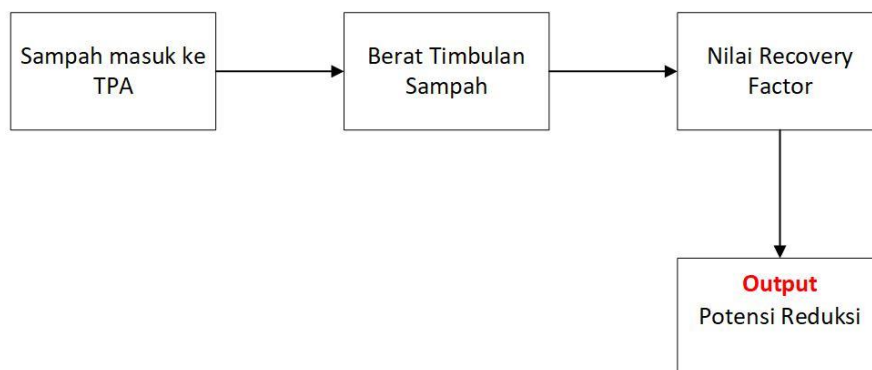
-
- Jumlah dan komposisi sampah yang masuk diolah di IPST per hari
 - Jumlah dan komposisi sampah yang dipilah pemulung
 - Proses pengolahan gas metana
 - Sebagai acuan untuk analisis potensi produksi gas metana
-

3.5 Metode Analisis

Metode analisis merupakan metode yang digunakan dalam kebutuhan tujuan penelitian. Metode yang digunakan yaitu 3 analisis, diantaranya analisis *mass balance*, analisis potensi reduksi sampah di TPA Toisapu, dan analisis manfaat ekonomi. Berikut merupakan penjabaran setiap analisis untuk menjawab tujuan pada penelitian ini sebagai berikut:

3.5.1 Reduksi dan Potensi Reduksi Pengolahan Sampah

Pada penelitian ini untuk menjawab tujuan penelitian reduksi dan potensi reduksi pengolahan sampah menggunakan analisis *mass balance*. Menurut Enri Damanhuri (2010) Analisis *mass balance* merupakan analisis dasar dengan menganalisis aliran sampah yang masuk, aliran sampah yang hilang dalam system, dan aliran sampah yang dipisah (*boundary system*). Analisis *mass balance* ini digunakan untuk mengetahui besar reduksi sampah dari sampah yang masuk dan diolah di Instalasi Pengolahan Sampah Terpadu yang terdapat di TPA Toisapu dan akibat kegiatan pemilahan sampah oleh pemulung. Reduksi sampah dapat diketahui dari jenis dan jumlah sampah yang masuk ke rumah sampah dalam jangka waktu tertentu. Untuk memperoleh jumlah sampah tereduksi pada kegiatan pengolahan sampah di IPST oleh petugas TPA dan pemulung, data timbulan dan komposisi sampah yang telah diperoleh sebelumnya diolah terlebih ke dalam bentuk material balance. Menurut Al'amri (2007), dalam menentukan kesetimbangan massa sampah dilakukan dengan menganalisis data timbulan sampah, komposisi sampah, dan *recovery factor*. Untuk menganalisis *mass balance* digunakan untuk mengetahui besar reduksi eksisting dan potensi reduksi.



Gambar 3.2 Alur Reduksi Sampah

Dalam penelitian ini untuk menganalisis *mass balance*, maka terdapat beberapa tahap, yaitu:

1. Mengidentifikasi jumlah sampah dan komposisi sampah yang masuk ke Instalasi Pengolahan Sampah Terpadu dan yang dipilah Pemulung selama 7 hari berturut-turut.
2. Mengidentifikasi jumlah sampah yang diolah dalam proses pengolahan IPST.
3. Menghitung jumlah sampah yang teresidu.
4. Menghitung besar nilai *recovery factor* dari masing-masing kegiatan pengolahan sampah yang didapat dari:

$$Rf \% = BRS (kg/hari) / (BST (kg/hari) \times 100\% \dots \dots \dots (3-1)$$

Dimana:

BRS : Berat Reduksi Sampah (kg/hari)

BST : Berat Sampah Total (kg/hari)

Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui reduksi eksisting dan potensi reduksi, namun untuk pengerjaan analisis potensi reduksi dengan memaksimalkan jumlah pemulung dan petugas TPA yang bertugas untuk memilah sampah. Berdasarkan kondisi eksisting di TPA Toisapu terdapat 178 pemulung dan 12 petugas TPA yang merupakan pelaku reduksi sampah. Namun tidak seluruh pemulung dan petugas TPA yang bertugas melakukan kegiatan pemilahan sampah setiap harinya, sehingga perhitungan potensi reduksi sampah ini dilakukan dengan memaksimalkan jumlah pelaku reduksi sampah melakukan kegiatan reduksi sampah.

3.5.2 Potensi Produksi Gas metana

Pada penelitian ini untuk menjawab tujuan penelitian menghitung besar potensi produksi gas metana menggunakan analisis potensi produksi gas metana dengan perhitungan dari IPCC. Analisis Potensi Gas metana menggunakan perhitungan IPCC. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) adalah pedoman perhitungan emisi dan produksi gas metana di TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Dalam penelitian ini menghitung potensi produksi gas metana dari tahun 2008-2026 sesuai dengan umur pakai TPA Toisapu. Metode perhitungan potensi produksi gas metana dari IPCC pada penelitian ini menggunakan tingkatan II, dikarenakan pada penggunaan IPCC tingkatan II yang digunakan harus bergantung pada kelengkapan data, pada tingkatan II ini diperbolehkan menggunakan nilai variabel tertentu berdasar literature jika data dari lapangan tidak tersedia dan dapat menggunakan nilai *default* yang tersedia pada IPCC dengan menyesuaikan lokasi dan kondisi wilayah TPA. Potensi produksi gas metana yang ada diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar memasak sehari-hari seluruh warga yang di Dusun Ama Ory, Desa Hutumuri Kota Ambon.

Pada penelitian ini, untuk perhitungan potensi gas metana yang dihasilkan di TPA Toisapu, menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$D = W \times DOC \times DOCf \times MCF \dots\dots\dots(3-2)$$

Dimana:

D : *Decomposable DOC (DDOCm) deposited (ton)*

W : *Amount deposited in year T (ton)*

DOC : *Degradable organic carbon (ton)*

DOCf : *Fraction of DOC decomposing under anaerobic conditions (fraksi)*

MCF : *Methane correction factor (fraksi)*

$$B = D \times Exp2 \dots\dots\dots(3-3)$$

Dimana:

B : *DDOCm not reacted, deposition year (ton)*

D : *Decomposable DOC (DDOCm) deposited (ton)*

Exp2 : *exp 2*

$$C = D \times (1 - exp2) \dots\dots\dots(3-4)$$

Dimana:

C : *DDOCm decomposed, deposition year (ton)*

D : *Decomposable DOC (DDOCm) deposited (ton)*

Exp1 : *exp1*

$$H = B + (Hlastyear \times Exp1) \dots\dots\dots(3-5)$$

Dimana:

H : *DDOCm accumulated in SWDS end of year (ton)*

B : *DDOCm not reacted, deposition year (ton)*

Hlastyear : *Amount deposited in last year (ton)*

Exp1 : *exp1*

$$E = C + Hlastyear \times (1 - exp1) \dots\dots\dots(3-6)$$

Dimana:

E : *DDOCm decomposed (ton)*

Hlastyear : *Amount deposited in last year (ton)*

Exp1 : *Exp1*

Nilai exp1 adalah nilai dari exponent konstanta reaksi atau sama dengan e^{-k} , dimana k didapat dari $k = \ln(2) / t_{1/2}(y-1)$. Nilai exp1 untuk setiap jenis sampah dapat dilihat pada **Tabel 3.8**. Sedangkan untuk nilai Exp2 didapatkan dari $e^{-k*((13-M)/12)}$, nilai exp2 pada penelitian ini yaitu 1,00 dimana M = 13 yaitu *month of reaction start*.

$$Q = E \times 16/12 \times F \dots\dots\dots(3-7)$$

Dimana:

Q : CH_4 Generated (ton)

E : DDOCm decomposed (ton)

16/12 : Molecular weight ratio CH_4

Nilai *default* dari IPCC digunakan untuk menghasilkan perhitungan yang lebih akurat walaupun tidak terdapat pengukuran komposisi dan volume sampah di TPA (Sharfina, 2014). Berikut merupakan standar metan, nilai *default*, dan parameter yang digunakan yang telah menyesuaikan kondisi iklim di TPA Toisapu. Keseluruhan tabel dapat dilihat dibawah ini:

Pada penelitian ini menggunakan Nilai default DOC_f , MCF, serta F dapat dilihat pada tabel 3.5

Tabel 3.6

Nilai Default

No	Komposisi Sampah	Nilai DOC
1	Kertas	0,4
2	Tekstil	0,24
3	Sisa makanan	0,15
4	Kayu	0,43
5	Daun	0,2
6	Nappies	0,24

Sumber: IPCC, 2006

Tabel 3.7

Data Default IPCC

Variabel perhitungan	Nilai
DOC_f	0,5
MCF	0,5
F	0,5

Sumber: IPCC, 2006

Tabel 3.8

Nilai Exp 1

No	Komposisi Sampah	Nilai Exp1
1	Kertas	0,96
2	Tekstil	0,96
3	Sisa makanan	0,92
4	Kayu	0,98
5	Daun	0,94
6	Nappies	0,94

Sumber: IPCC, 2006

Pada **Tabel 3.6** Nilai DOC pada IPCC dibagi berdasarkan jenis sampah dan dihitung dari berat rata-rata karbon yang terdegradasi dari berbagai komponen sampah. Nilai DOC_f pada **Tabel 3.7** sebesar 0,5, nilai ini merupakan nilai untuk Indonesia dengan asumsi lingkungan TPA adalah anaerobik. Nilai DOC_f tergantung dari beberapa faktor seperti suhu, kelembapan, pH, komposisi sampah (Nasution S, 2014), sedangkan untuk nilai MCF

tergantung pada jenis TPA *managed semi aerobic* yang dapat dilihat pada **Tabel 2.4**. Nilai F yakni fraksi gas metana dalam gas landfill yaitu 0,5 untuk daerah Indonesia. Pada penelitian ini perhitungan potensi produksi gas metana dilakukan dari tahun 2010-2026. Perhitungan potensi produksi gas metana tahun 2010-2018 menggunakan data sampah masuk dari TPA Toisapu, sedangkan perhitungan potensi produksi gas metana untuk tahun 2019-2026 menggunakan data proyeksi sampah masuk ke TPA dari jumlah sampah yang dihasilkan per orang di Kota Ambon dikalikan dengan proyeksi jumlah penduduk dari tahun 2019-2026.

3.5.3 Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik

Pada penelitian ini untuk menjawab tujuan penelitian potensi produksi gas metana menggunakan analisis manfaat ekonomi. Analisis manfaat ekonomi merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui manfaat ekonomi dari kegiatan pengolahan sampah dan manfaat potensi gas metana di TPA Toisapu untuk bahan bakar memasak masyarakat sekitar TPA. Analisis manfaat ekonomi Berikut adalah penjelasan dari analisis manfaat ekonomi.

A. Manfaat ekonomi pengolahan sampah organik dan anorganik

Sampah dipilah sesuai klasifikasi sampah yang telah ditentukan sebelumnya. Setiap hari sampah dihitung beratnya kemudian dicatat. Sampah yang memiliki harga jual dipisahkan menurut jenisnya kemudian ditimbang dan dicatat (Hanafiah, 2017). Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahap untuk menganalisis manfaat ekonomi untuk kegiatan pengolahan sampah organik dalam pembuatan kompos oleh petugas TPA dan pemilahan sampah anorganik oleh pemulung, yaitu

1. Mengidentifikasi timbulan sampah yang dapat diolah oleh petugas TPA dan kegiatan pemilahan oleh pemulung di TPA Toisapu
2. Mengidentifikasi harga jual sampah dari pembuatan pupuk kompos dan pemilahan oleh pemulung.
3. Menghitung nilai ekonomi sampah.

Nilai ekonomi sampah dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$NES = TS \times P_{\text{sampah}} \dots\dots\dots(3,7)$$

Dimana:

NES = Nilai ekonomi sampah (Rupiah/kg)

TS = Timbulan sampah (kg)

P_{sampah} = Harga jual sampah (Rupiah)

B. Manfaat ekonomi pengolahan sampah organik

Manfaat ekonomi pengolahan sampah organik dalam pemanfaatan gas metana sebagai bahan bakar memasak dapat dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:

1. Mengidentifikasi produksi gas metana di TPA Toisapu
Produksi gas metana di TPA Toisapu didapatkan dari metode IPCC yang merupakan hasil dari analisis produksi gas metana.
2. Hasil laju volume gas metana dikonversikan dengan harga minyak tanah/elpigi sebagai bahan bakar memasak eksisting masyarakat di Dusun Ama Ory. Diketahui bahwa 1 m³ biogas sama dengan 0,46 kg elpiji dan 0,62 liter minyak tanah. Zhang et al. (1997) di muat dalam Hermawan. B, dkk. (2007) menunjukkan bahwa biogas yang dihasilkan mengandung gas metana sebesar 50% volume dan gas karbondioksida 20 % volume
3. Menghitung kebutuhan bahan bakar memasak masyarakat dengan menggunakan data konsumsi energi bahan bakar memasak eksisting.
4. Menghitung pengeluaran bahan bakar memasak masyarakat dan perbandingan penggunaan bahan bakar memasak jika menggunakan gas metana.
5. Menghitung manfaat ekonomi dalam satuan rupiah yang diterima masyarakat dari perbandingan penggunaan bahan bakar sebelum dan jika menggunakan gas metana. Besarnya penghematan gas metana dapat dihitung dengan menghitung pengeluaran konsumsi bahan bakar memasak sebelum menggunakan gas metanaa dikurangi biaya pengeluaran untuk konsumsi bahan bakar memasak sesudah menggunakan gas metanaa (Sharvina, 2014). Sehingga nilai manfaat ekonomi penggunaan gas metana dapat menggunakan rumus:

$$NEG = \text{Biaya sebelum} - \text{Biaya sesudah} \dots \dots \dots (3,8)$$

Dimana:

NEG = Nilai ekonomi manfaat gas metana (Rupiah)

Biaya_{sebelum} = Biaya sebelum menggunakan gas metana (Rupiah)

Biaya_{sesudah} = Biaya sesudah menggunakan gas metana (Rupiah)

3.6 Asumsi Dasar Penelitian

Asumsi dasar yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut.

1. Perhitungan jumlah sampah berdasarkan jenisnya menggunakan data komposisi sampah yang diperoleh dari Laporan Database Sampah dari DLH Tahun 2014. Komposisi sampah Kota Ambon yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 2.1**

2. Perhitungan potensi reduksi sampah dilakukan dengan asumsi memaksimalkan jumlah pemulung dan pegawai TPA sesuai dengan jumlah pemulung dan pegawai TPA yang bertugas memilah sampah di TPA Toisapu. Jumlah pemulung yang terdata yaitu 178 orang dan petugas TPA 12 orang, namun kondisi lapangan tidak sesuai dengan jumlah tersebut dan setiap harinya berbeda. Sehingga teknik pengambilan sampel yang digunakan yaitu *accidental sampling* yakni teknik pengambilan sampel berdasarkan kebetulan yang menyesuaikan jumlah petugas TP dan pemulung yang datang di TPA waktu pengamatan berlangsung. Perhitungan nilai dari *recovery factor* potensi reduksi sama seperti nilai *recovery factor* pada reduksi kondisi eksisting.
3. Perhitungan produksi gas metana sama seperti potensi produksi gas metana dengan menggunakan standar IPCC dengan tingkatan II yang berarti diperbolehkan menggunakan nilai default yang tersedia dari IPCC dengan menyesuaikan lokasi TPA dan kondisi TPA. Untuk nilai default MCF, DOCf dan nilai F yang digunakan yaitu masing-masing 0,5 dikarenakan menyesuaikan standar untuk tipe TPA toisapu yaitu *controlled landfill* atau *managed semiaerobic* yang artinya tempat pembuangan limbah yang memiliki penempatan limbah terkontrol dengan iklim *dry*.
4. Perhitungan manfaat ekonomi untuk pengolahan sampah untuk sampah organik yang dibuat kompos menggunakan asumsi pengerjaan kompos selama 2 minggu, dengan berat kompos mengalami penyusutan sebanyak 30% dari berat produksi sampah (Isroi, 2008). Asumsi perhitungan manfaat ekonomi dihitung dengan pendapatan per bulan yang 1 bulannya berarti 4 minggu.
5. Perhitungan manfaat ekonomi untuk pemanfaatan gas metana menggunakan asumsi 1 m³ biogas sama dengan 0,62 liter minyak tanah (Sucipto, 2012) dengan kandungan gas metana sebanyak 50% dari komposisi biogas. Sehingga 1 m³ biogas = 0,5 m³ gas metan = 0,31 liter minyak tanah. Hal ini dikarenakan masyarakat dusun Ama Ory menggunakan minyak tanah sebagai bahan bakar memasak.

3.7 Desain Survei

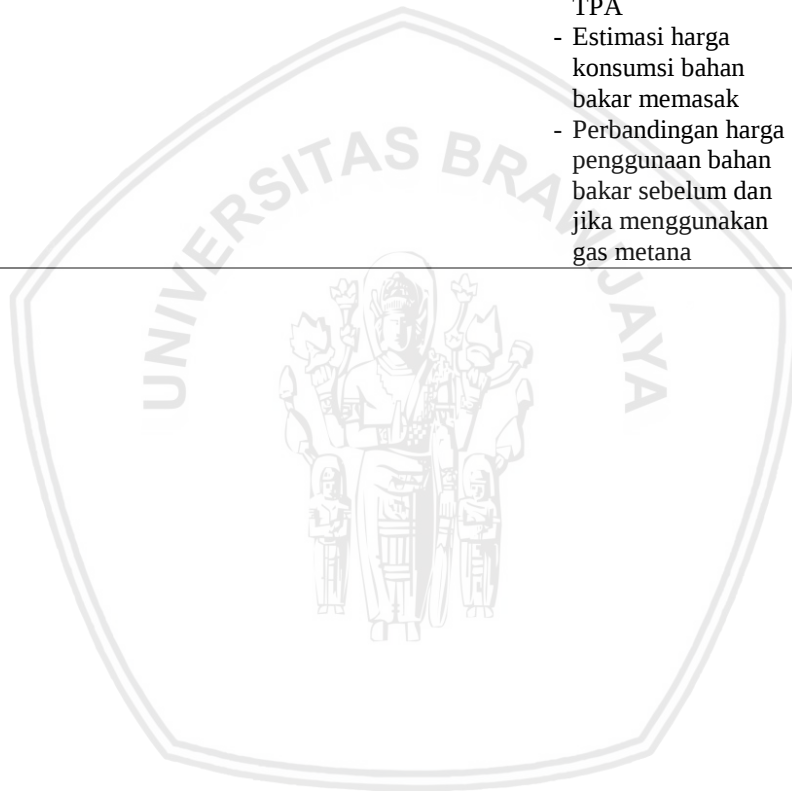
Desain Survei pada penelitian ini digunakan sebagai acuan pengerjaan hasil dan pembahasan penelitian “Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik TPA Toisapu Kota Ambon”. Desain survey berisikan variabel-sub variabel yang diamati, data-data yang dibutuhkan dengan sumber dana dan metode pengumpulan datanya yang kemudian akan menggunakan analisis-analisis untuk mencapai output yang diharapkan. Berikut merupakan tabel desain survei yang dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 3.9
Desain Survei

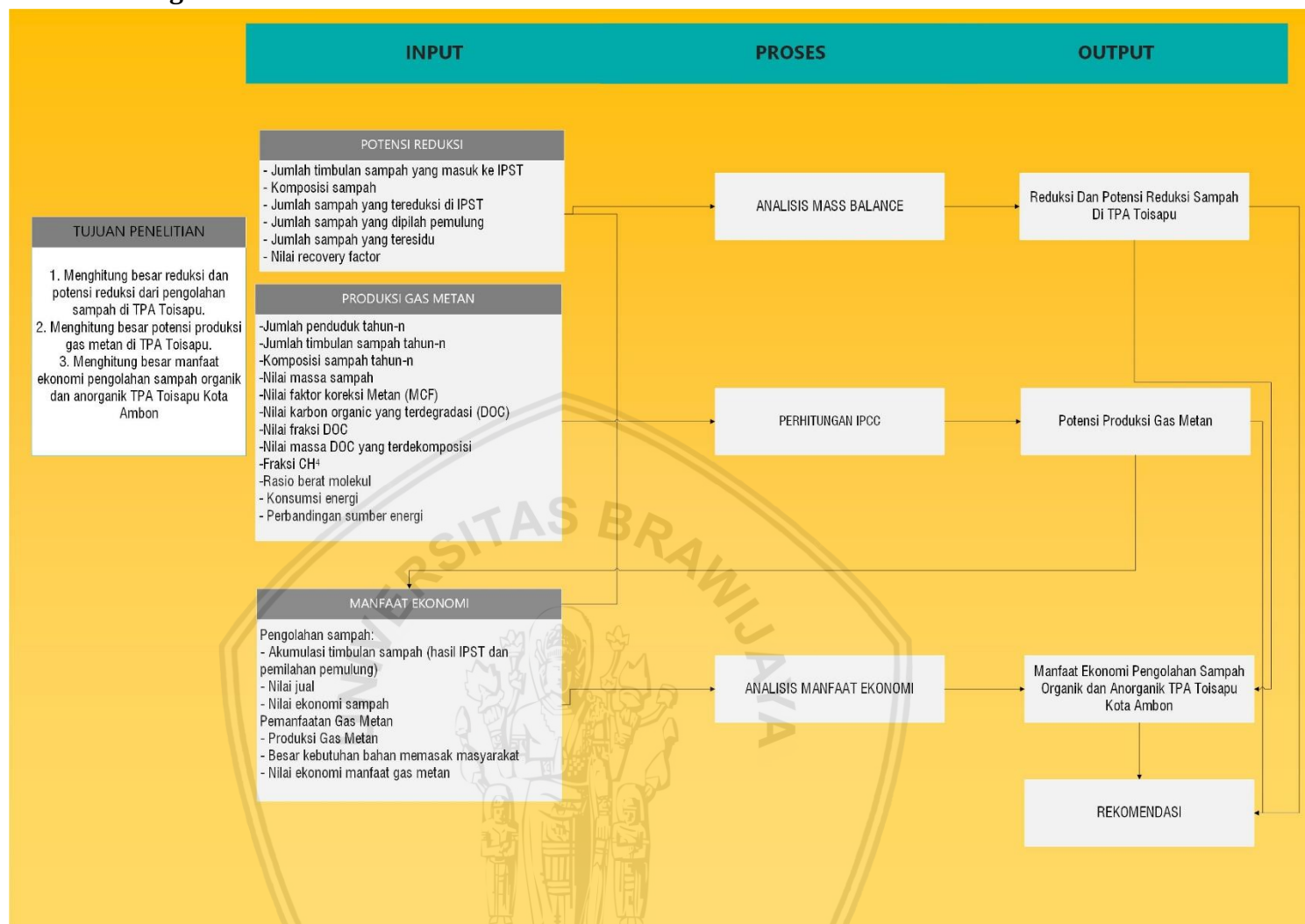
No	Tujuan	Variabel	Sub Variabel	Data yang Dibutuhkan	Sumber Data	Metode Pengumpulan Data	Analisis yang Digunakan	Output
1.	Menghitung besar potensi reduksi pengolahan sampah di TPA Toisapu	Reduksi sampah oleh petugas TPA	- Timbulan sampah - Komposisi sampah - <i>Recovery factor</i>	- Jumlah Timbulan Sampah - Jenis-jenis sampah - Jumlah residu sampah	- Dinas Lingkungan Hidup Kota Ambon - Pengelola TPA Toisapu	- Survei Primer - Survei Sekunder	<i>Analisis Mass Balance</i>	Reduksi dan Potensi reduksi pengolahan sampah
		Reduksi sampah pemulung	- Timbulan sampah - Komposisi sampah - <i>Recovery factor</i>	- Jumlah timbulan sampah yang dipilah pemulung - Jenis sampah yang dipilah pemulung - Jumlah residu sampah				

No	Tujuan	Variabel	Sub Variabel	Data yang Dibutuhkan	Sumber Data	Metode Pengumpulan Data	Analisis yang Digunakan	Output
2.	Menghitung besar produksi gas metana di TPA Toisapu	Produksi gas metana	- Timbunan sampah yang terurai - Fraksi Gas metana	- Jumlah penduduk tahun-n - Jumlah timbunan sampah tahun-n - Komposisi sampah tahun-n - Nilai massa sampah - Nilai faktor koreksi Metan (MCF) - Nilai karbon organik yang terdegradasi (DOC) - Nilai fraksi DOC - Nilai massa DOC yang terdekomposisi - Fraksi CH₄ - Rasio berat molekul	- Dinas Lingkungan Hidup Kota Ambon - Pengelola TPA Toisapu	- Survei Primer - Survei Sekunder	Analisis potensi produksi gas metana: Perhitungan IPCC	Produksi gas metana di TPA Toisapu
3.	Menghitung besar manfaat ekonomi potensi gas metana sebagai bahan bakar memasak masyarakat sekitar TPA Toisapu	Manfaat ekonomi pengolahan sampah	- Akumulasi timbunan sampah - Nilai ekonomi sampah	- Timbunan sampah yang di olah - Timbunan sampah yang dipilah - Harga jual sampah	- Pengelola TPA Toisapu - Pemulung	Survei Primer	Analisis manfaat ekonomi	Manfaat ekonomi pengolahan sampah dan potensi gas metana

No	Tujuan	Variabel	Sub Variabel	Data yang Dibutuhkan	Sumber Data	Metode Pengumpulan Data	Analisis yang Digunakan	Output
		Manfaat ekonomi potensi gas metana	- Produksi gas metana - Besar kebutuhan bahan bakar memasak masyarakat - Nilai ekonomi gas metana	- Laju volume gas metana per zona - Luas zona - Standar bahan bakar yang digunakan (yang dikonversikan dengan gas metana) - Data konsumsi energy bahan bakar memasak masyarakat sekitar TPA - Estimasi harga konsumsi bahan bakar memasak - Perbandingan harga penggunaan bahan bakar sebelum dan jika menggunakan gas metana	- Pengelola TPA - Masyarakat sekita TPA			



3.7 Kerangka Analisa



Gambar 3.3 Kerangka Analisa



"Halaman Sengaja Dikosongkan"

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Kota Ambon

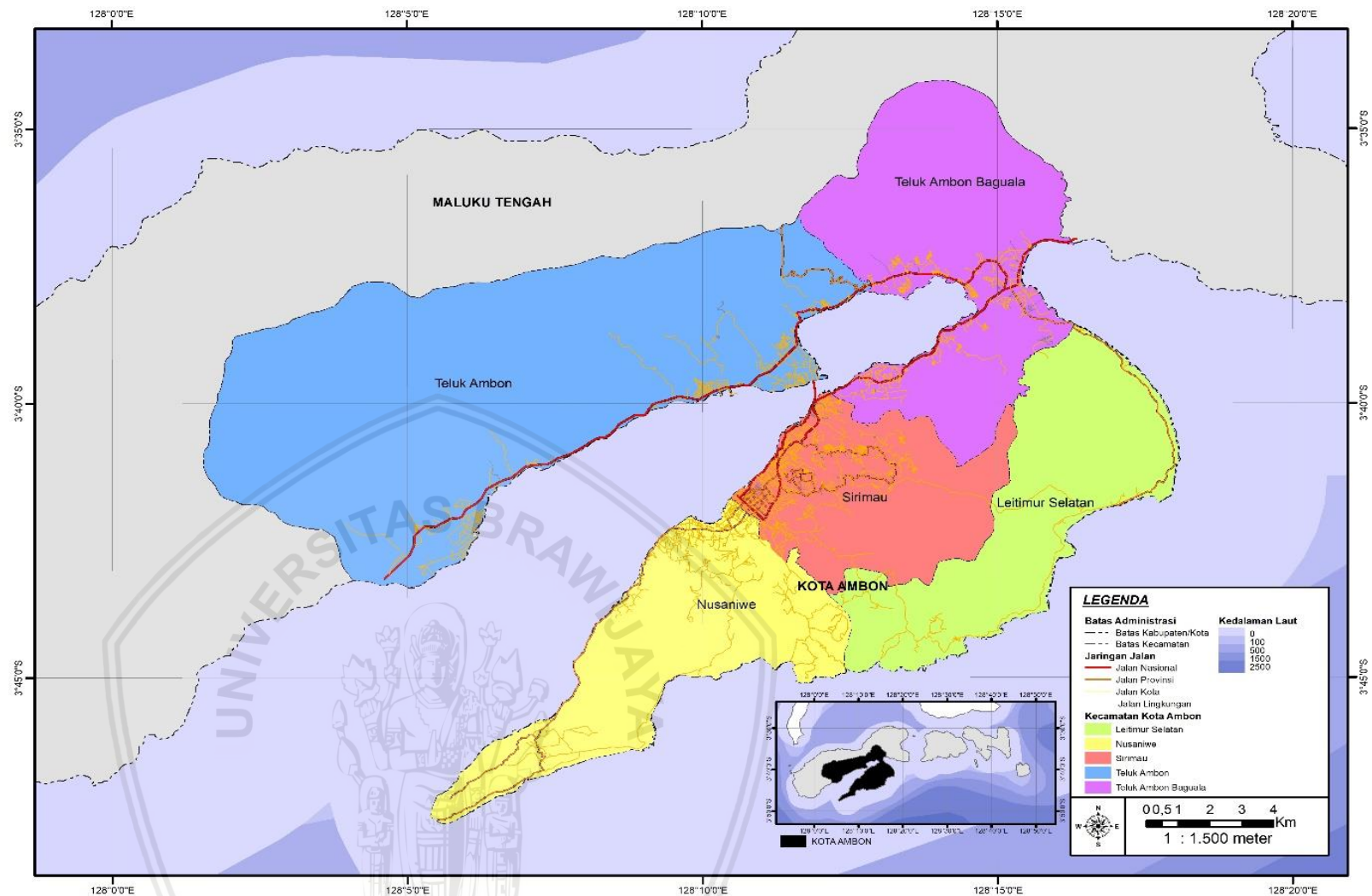
Gambaran umum Kota Ambon menjelaskan mengenai kondisi fisik wilayah Kota Ambon, kependudukan Kota Ambon dan volume sampah yang dihasilkan Kota Ambon.

4.1.1 Kondisi Fisik Wilayah Kota Ambon

Kota Ambon adalah ibu kota dari Provinsi Maluku terletak di $3^{\circ} 34' 4,80''$ - $3^{\circ} 47' 38,4''$ Lintang Selatan dan $128^{\circ} 1' 33,6''$ - $128^{\circ} 18' 7,20''$ Bujur Timur dengan luas 377 km^2 , luas daratan sebesar $359,45 \text{ km}^2$ dan perairan sebesar $17,55 \text{ km}^2$ dengan garis pantai sepanjang 98 km. Pulau kota Ambon berbentuk seperti huruf *U* karena dibelah oleh Teluk Ambon, dengan batas-batas wilayahnya sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Petuanan Desa Hitu, Hila, Kaitetu, Kec. Leihitu, Kab. Maluku Tengah
- Sebelah Selatan : Laut Banda
- Sebelah Timur : Petuanan Desa Suli, Kecamatan Salahatu, Kabupaten Maluku Tengah
- Sebelah barat : Petuanan Desa Hatu, Kecamatan Leihitu Barat, Kabupaten Maluku Tengah

Wilayah administrasi kota Ambon terdiri atas 5 kecamatan yaitu kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Leitimur Selatan, Kecamatan Nusaniwe, dan Kecamatan Sirimau dengan total 30 desa/negeri dan 20 kelurahan.



Gambar 4.1 Peta Administrasi Kota Ambon

4.1.2 Kependudukan Kota Ambon

Kota Ambon terdiri dari lima kecamatan yaitu Kecamatan Nusaniwe, Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kecamatan Sirimau dan Kecamatan Leitimur Selatan. Kondisi kependudukan yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan pada data jumlah penduduk per kecamatan pada tahun 2017. Berikut merupakan jumlah penduduk Kota Ambon Tahun 2017 berdasarkan masing-masing kecamatan.

Tabel 4.1

Jumlah Penduduk Kota Ambon Tahun 2017

Kecamatan	Luas daratan (Km ²)	Jumlah Penduduk (Jiwa)			Kepadatan Penduduk (Jiwa/Km ²)
		Perempuan	Laki-laki	Total	
Nusaniwe	88,35	65.271	66.342	131.613	1.489,6
Teluk Ambon	93,68	26.053	28.564	54.617	583,0
Teluk A Baguala	40,11	36.467	36.899	73.366	1.829,1
Sirimau	86,81	88.303	88.567	176.870	2.037,4
Leitimur Selatan	50,50	5.061	5.165	10.226	202,4
Kota Ambon	359,45	221155	225537	446692	1.242,7

Sumber: BPS, 2019

Dari **Tabel 4.1** dapat dilihat bahwa jumlah penduduk Kota Ambon Tahun 2017 adalah sebesar 446692 jiwa yang terdiri dari 221.155 perempuan dan 225537 laki-laki. Kepadatan penduduk Kota Ambon Tahun 2017 yaitu sebesar 1.242,7 jiwa/km². Kepadatan penduduk tertinggi yaitu pada kecamatan Sirimau sebesar 2.037 jiwa/km² dengan jumlah penduduk paling banyak sebesar 176.870 jiwa, setelah itu Kecamatan Teluk Ambon Baguala sebesar 1.829,1 jiwa/km² dengan jumlah penduduk ketiga terbanyak yaitu 73.366 jiwa, kemudian Kecamatan Nusaniwe dengan kepadatan penduduk 1.489 jiwa/km² dengan jumlah penduduk kedua terbanyak sebesar 131.613 jiwa. Sedangkan kepadatan penduduk paling rendah pada Kecamatan Leitimur Selatan sebesar 202,4 jiwa/km² dengan jumlah penduduk 10.226 jiwa dan kedua terendah yakni Kecamatan Teluk Ambon sebesar 583,0 jiwa/km².

4.1.3 Proyeksi Penduduk Kota Ambon

Proyeksi penduduk kota Ambon digunakan sebagai acuan untuk menghitung potensi produksi gas metana. Proyeksi penduduk yang disajikan pada penelitian ini dimaksudkan untuk mengisi kebutuhan data kependudukan Kota Ambon di masa akan datang, yang utamanya untuk acuan perhitungan potensi produksi gas metana dari tahun 2019 hingga tahun 2026. Sebelum melakukan proyeksi maka diperlukan data penduduk kota Ambon dari

tahun 2010-2017. Berikut merupakan data penduduk Kota Ambon tahun 2010-2017.



Gambar 4.2 Grafik Jumlah Penduduk Kota Ambon Tahun 2010-2017

Sumber: BPS, 2019

Berdasarkan **Gambar 4.2** diketahui jumlah penduduk Kota Ambon Tahun 2010-2017 tiap tahun mengalami kenaikan. Pada tahun 2010 jumlah penduduk Kota Ambon tercatat sebanyak 331.254 jiwa kemudian pada tahun 2017 mengalami kenaikan hingga 446.652 jiwa. Jumlah penduduk yang selalu meningkat berpengaruh pada jumlah sampah yang dihasilkan. Mengingat semakin bertambahnya jumlah penduduk maka semakin meningkat pula jumlah sampah yang dihasilkan. Untuk menghitung proyeksi penduduk Kota Ambon diperlukan pertumbuhan rata-rata penduduk Kota Ambon yang dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4.2

Laju Pertumbuhan Kota Ambon

Tahun	Laju Pertumbuhan
2013	0,042
2014	0,041
2015	0,040
2016	0,044
2017	-
Pertumbuhan Rata-Rata	0,041

Sumber: Hasil Analisis, 2019

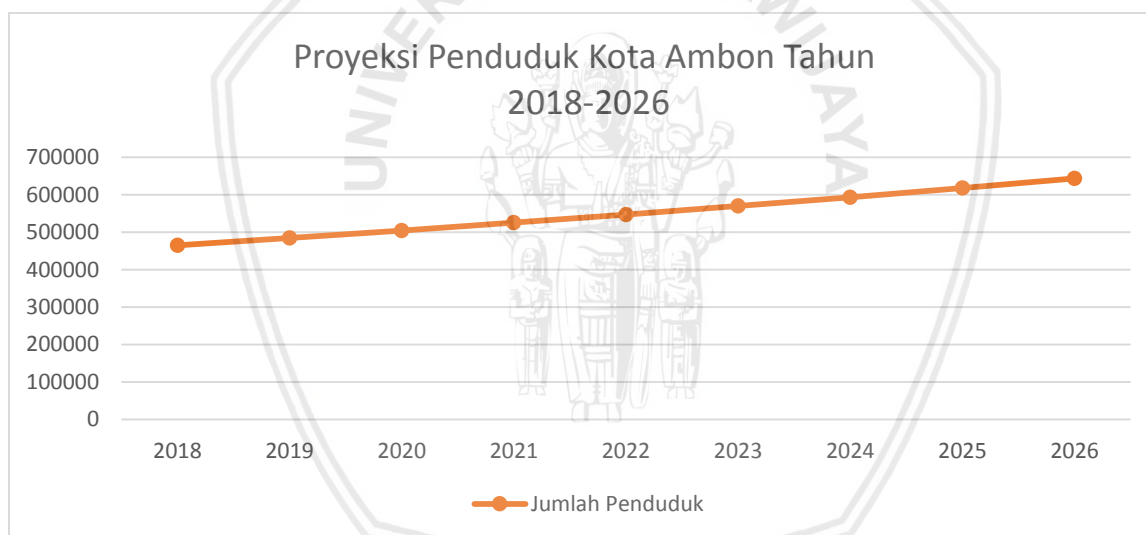
Dapat dilihat pada **Gambar 4.2** Jumlah penduduk Kota Ambon mengalami peningkatan tiap tahunnya. Berdasarkan tabel diatas pertumbuhan rata-rata penduduk Kota Ambon sebesar 4% sehingga diperoleh hasil proyeksi penduduk tahun 2018-2026 dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4.3
Proyeksi Penduduk Kota Ambon Tahun 2018-2026

Tahun	Jumlah Penduduk $P_t = P_0(1+r)^t$
2018	465186
2019	484488
2020	504592
2021	525529
2022	547336
2023	570047
2024	593701
2025	618336
2026	643994

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Perhitungan proyeksi penduduk Kota Ambon pada penelitian ini menggunakan metode geometric karena dilihat nilai R paling besar sebesar 0,98 yang berarti apabila nilai R mendekati 1 maka mendekati kebenaran. Berdasarkan tabel 4. Tercatat bahwa dari tahun 2019 hingga 2026 jumlah penduduk Kota Ambon mengalami kenaikan. Hal ini dapat dilihat pada grafik di bawah.



Gambar 4.3 Grafik Proyeksi Penduduk Kota Ambon 2018-2026

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Dari **Gambar 4.3** dilihat grafik menunjukkan garis yang linear keatas yang menunjukkan bahwa berdasarkan perhitungan proyeksi penduduk Kota Ambon mengalami kenaikan dengan presentase kenaikan setiap tahunnya 4%. Dengan jumlah penduduk yang semakin meningkat tahunnya maka semakin meningkat pula volume sampah yang dihasilkan. Proyeksi penduduk ini sebagai acuan untuk memproyeksikan besar timbunan sampah yang masuk ke TPA pada tahun 2018 hingga 2026 dan potensi produksi gas metana yang dihasilkan di TPA Toisapu Kota Ambon.

4.2 Gambaran Umum TPA Toisapu

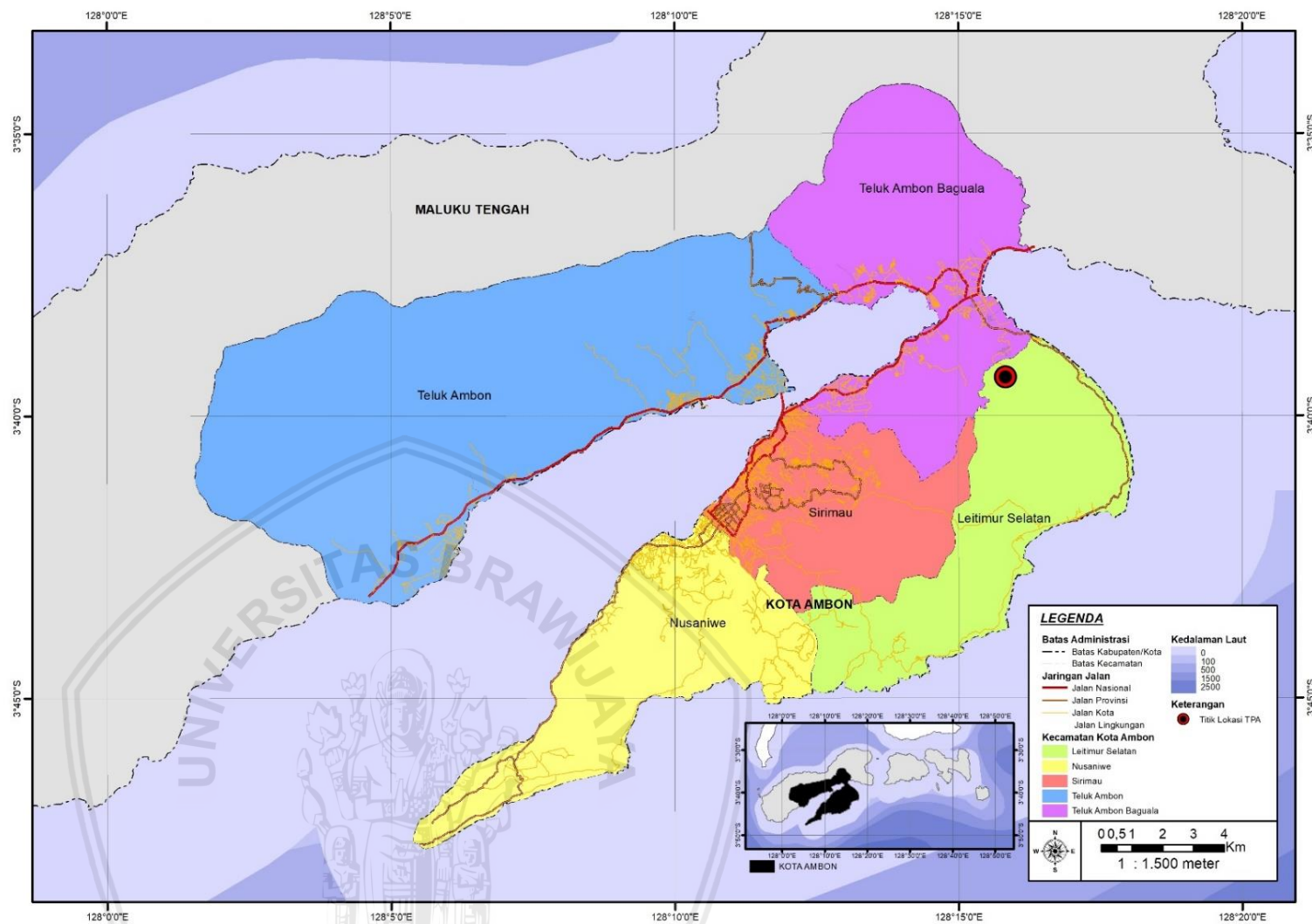
Gambaran umum TPA Toisapu berisi kondisi fisik wilayah TPA Toisapu, Karakteristik TPA Toisapu, volume sampah dan gas metana yang ada di TPA Toisapu.

4.2.1 Kondisi Fisik TPA Toisapu

TPA Toisapu pertama kali diresmikan pada tahun 2007. TPA ini berada di Dusun Ama Ory Desa Hutumuri Kecamatan Leitimur Selatan Kota Ambon dengan luas 6 ha. Jarak dari pusat kota Ambon ke TPA Toisapu yaitu ± 19 km. Berikut adalah batas-batas wilayah TPA Toisapu sebagai berikut:

Sebelah Utara	: Desa Hutumuri
Sebelah Selatan	: Desa Halong
Sebelah Timur	: Desa Hutumuri
Sebelah Barat	: Desa Passo





Gambar 4.4 Peta Titik TPA Toisapu



Gambar 4.5 Peta Batas TPA Toisapu

4.2.2 Karakteristik TPA Toisapu

TPA Toisapu merupakan satu-satunya tempat pembuangan akhir sampah yang ada di Kota Ambon. TPA yang diresmikan tahun 2007 ini melayani 5 kecamatan yang ada di Kota Ambon yaitu Kecamatan Sirimau, Kecamatan Leitimur Selatan, Kecamatan Teluk Ambon, Kecamatan Teluk Ambon Baguala dan Kecamatan Nusaniwe. Sampah yang berasal dari permukiman yang tersebar di 33 TPS Kota Ambon kemudian diangkut dengan armada pengangkut sampah. Jumlah armada pengangkut sampah yaitu sebanyak 32 buah yang terdiri dari 17 buah *dump truck* dengan kapasitas 6 ton, 7 buah *arm roll truck* dengan kapasitas 4-5 ton, dan 6 buah *pick up* dengan kapasitas 2 ton. TPA Toisapu memiliki 3 zona yang terdiri dari 2 zona pasif dan 1 zona aktif. Zona aktif adalah lahan yang masih digunakan untuk pembuangan sampah dengan luasan tertentu. Zona pasif adalah lahan yang sudah tidak dapat digunakan untuk lokasi pembuangan sampah, kemudian digunakan sebagai kawasan hijau (*Green Belt Area*) di lokasi TPA, sedangkan terdapat 1 zona terakhir dalam perencanaan. Petugas yang dimiliki TPA Toisapu adalah sebanyak 35 orang yang terdiri dari 1 orang kepala UPTD TPA, 1 orang Kepala Tata Usaha UPTD TPA Toisapu, 1 orang tenaga administrasi, 1 orang tenaga keuangan, dan 31 orang tenaga operasional. TPA Toisapu memiliki luas lahan 6 ha dengan memiliki sarana penunjang TPA yaitu bangunan kantor, pool kendaraan, pabrik TPS 3R, pos jaga, rumah jaga, jembatan timbang. Rata-rata sampah yang masuk ± 140 ton. Berikut merupakan penjabaran karakteristik TPA Toisapu berdasarkan beberapa aspek dapat dilihat tabel dibawah.

Tabel 4.4
Karakteristik TPA Toisapu

No	Aspek	Karakteristik
1	Luas	6 Ha
2	Sistem Operasional	<i>Controlled Landfill</i>
3	Volume sampah	± 140 ton/hari
4	Komposisi sampah	Sampah organik 50,67%
		Sampah anorganik 49,33 %

No	Aspek	Karakteristik
5	Sarana TPA	Kendaraan : <i>Dump truck</i> 17 unit dan <i>Arm roll truck</i> 7 unit dan 6 unit <i>pick up</i>   Alat berat : <i>Wheel Loader</i> 1 unit, <i>Dozer</i> 1 unit dan <i>Excavator</i> 2 unit   
6	Tenaga Kerja TPA	31 orang tenaga operasional 1 orang tenaga administrasi 1 orang tenaga tata usaha 1 orang tenaga keuangan

No	Aspek	Karakteristik
		 2 orang <i>composting</i>
		 12 orang pemilah sampah

Sumber: Hasil Survei, 2019

Berikut ini merupakan masing-masing sarana penunjang yang ada di TPA Toisapu dengan menggunakan pedoman operasional TPA dari Ditjen Cipta Karya Tahun 2006. Berdasarkan kondisi eksisting dari 15 poin sarana prasarana penunjang di TPA yang diperlukan untuk proses pengelolaan sampah di TPA hanya 12 poin yang terdapat di TPA Toisapu.

Tabel 4.5

Sarana Penunjang yang ada di TPA

No	Fasilitas	Kondisi	Foto
1	Pintu Gerbang dan Pagar di sekeliling TPA	Pintu gerbang di TPA Toisapu tidak memiliki pagar, hanya sebagai pembatas antara luar TPA dan dalam TPA. Untuk pembatas di sekeliling TPA hanya ada pohon-pohon dan rumput sebagai pembatas pandangan ke luar TPA Toisapu.	
2	Papan nama	Papan nama ini berisi nama institusi pengelola dengan keadaan baik.	
3.	Bangunan pencatat sampah	Bangunan pencatat sampah di TPA Toisapu merupakan bangunan tempat petugas tpa melakukan pencatatan terhadap truk sampah yang masuk. Sampah yang masuk akan melewati jembatan timbang yang sudah terdapat petugas untuk mencatat. Terdapat 2 petugas yang bertugas untuk mencatat sampah masuk dengan menggunakan computer. Kondisi jembatan sampah baik.	

No	Fasilitas	Kondisi	Foto
4.	Fasilitas pengumpulan Gas Metana	Gas yang terbentuk di TPA salah satunya adalah gas metana. Pada fasilitas ini gas metana yang dikumpulkan melalui pipa pada setiap zona ditampung dan kemudian akan disalurkan sebagai bahan bakar memasak dan lampu taman di TPA Toisapu. Terdapat 30 pipa vertikal dan horizontal yang masing-masing berukuran 6 cm yang ditanam 3-5 m di bawah tanah untuk menyerap gas metana dan kemudian akan dikumpulkan ke instalasi pengumpul gas metana yang akan didorong menggunakan blower sampai ke tempat penampungan gas metana yang sering disebut “Dapur Metan”	
5.	Kantor TPA	Kantor TPA Toisapu sebagai tempat administrasi TPA yang dikhususkan untuk pegawai dan petugas lapangan TPA dilengkapi dengan toilet dan mushola. Terdapat 35 orang pegawai TPA yang terdiri dari 31 orang tenaga operasional, 1 orang kepala TPA, 1 orang kepala tata usaha, 1 orang tenaga administrasi dan 1 orang tenaga keuangan.	
6.	Tempat cuci kendaraan pengangkut sampah	Tempat cuci kendaraan pengangkut sampah dalam kondisi baik. Tempat cuci kendaraan pengangkut sampah ini terdiri dari 1 bangunan yang memiliki 3 bilik dengan kapasitas masing-masing bilik cukup untuk 1 truk pengangkut sampah.	
7.	Alat berat	TPA Toisapu memiliki 1 bh excavator komatsu PC 200 1 bh excavator hitachi, 1 bulldozer D6R, dan 1 wheel loader dengan kondisi baik.	
8.	Mesin Pengolahan Sampah	TPA Toisapu memiliki Instalasi Pengolahan Sampah Terpadu untuk mengolah sampah menjadi kompos dan kerajinan. TPA ini memiliki 2 bh mesin pencacah organik yang berkondisi baik, 1 bh mesin pencacah plastik, dan 1 bh mesin pengayak. Setiap harinya terdapat 12 petugas TPA yang bertugas untuk memilah sampah plastik dan sampah organik untuk diolah. Kegiatan pengolahan memakan waktu 2 minggu hingga 1 bulan untuk menghasilkan pupuk kompos atau kerajinan.	
9.	Kolam air lindi	Kolam air lindi di TPA Toisapu sebagai tempat penampung air lindi hanya ditampung dan belum ada kegiatan untuk pengolahan air lindi. Kolam air lindi di TPA toisapu terdapat 17 kolam dengan masing-masing dimensi kolam 8x4m dengan kedalaman kolam 2-2,5 m.	

No	Fasilitas	Kondisi	Foto
10.	RTH	Ruang terbuka hijau di dalam TPA Toisapu didominasi oleh tanaman rumput dan pepohonan yang berfungsi sebagai buffer zone untuk mencegah bau. RTH di dalam TPA merupakan bekas zona 1 dan 2 yang sudah tidak aktif. Di TPA Toisapu tidak memiliki RTH yang berfungsi sebagai penyangga	
11.	Area Pengurugan Sampah	Area pengurugan sampah merupakan <i>landfill</i> tempat penampung sampah yang dibawa dari TPS. Pada tahun 2019 hanya terdapat 1 zona aktif yang berfungsi sebagai tempat pengurugan sampah.	
12.	Sarana pengendali vector penyakit	Sarana pengendali vector penyakit di TPA Toisapu berupa tanaman sekeliling yang merupakan jalur hijau.	
13.	Sumur pantau air tanah	Sumur pantau air tanah yang berfungsi untuk mengetahui ada atau tidaknya pencemaran air tanah yang disebabkan oleh adanya rembesan air lindi dari dasar TPA. Sumur dalam keadaan baik.	

Sumber: Hasil Survei, 2019

4.2.3 Site TPA Toisapu

TPA Toisapu Kota Ambon memiliki luas sebesar 6 Ha yang terdiri dari 2 zona pasif, 1 zona aktif, 1 zona dalam perencanaan, area untuk pemilahan dan pengomposan, area kolam penampung air lindi, kantor tpa, tempat parkir, dan RTH. Berikut merupakan siteplan TPA Toisapu.



Gambar 4.6 Peta Site TPA Toisapu



Gambar 4.7 Photomapping Site TPA Toisapu



Gambar 4.8 Photomapping Site TPA Toisapu

Tabel 4.6

Fungsi Site di TPA Toisapu

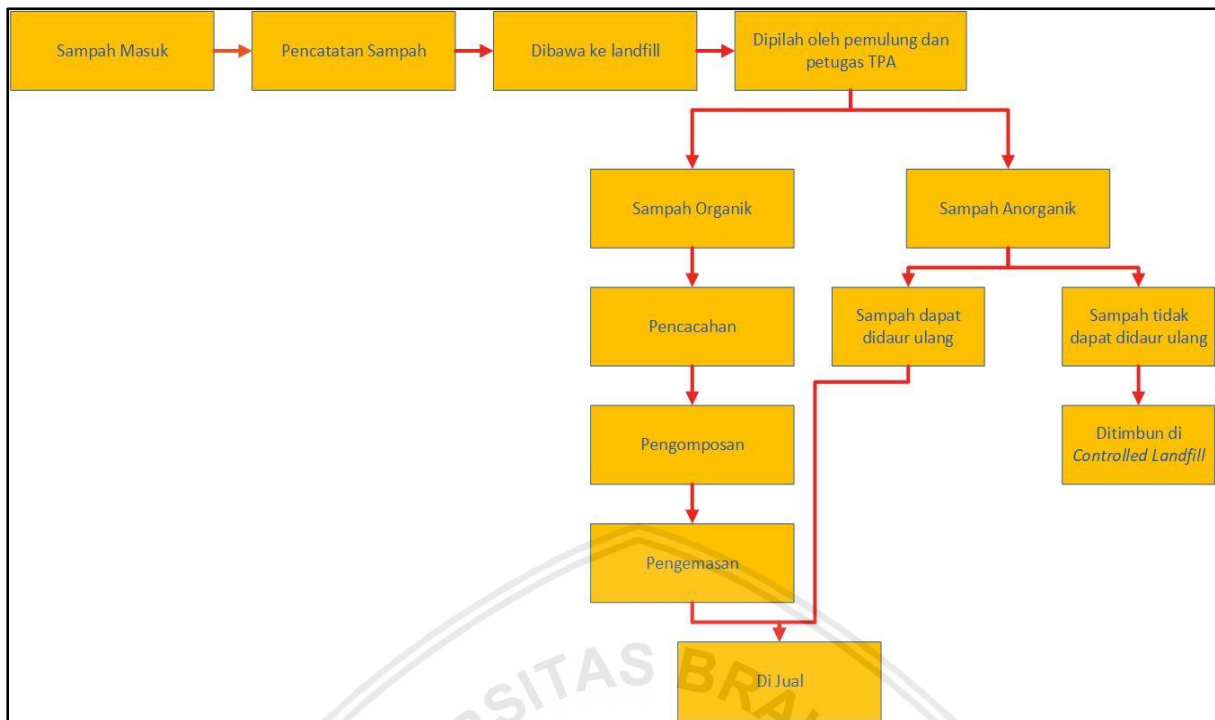
No	Jenis Site	Fungsi	Luas (m ²)	Foto
1	Zona 1	- Sebagai RTH karena sudah menjadi sel pasif di TPA Toisapu	7716,6	
2	Zona 2	- Sebagai RTH karena sudah menjadi sel pasif di TPA Toisapu	7115,6	
3	Zona 3	- Tempat pembuangan awal oleh truk sampah - Tempat penumpukan sampah organik dan anorganik. - Tempat pemilahan sampah oleh pemulung dan petugas TPA - Tempat pengerukan sampah	9009,17	
4.	Zona 4	- Masih dalam perencanaan	2907,4	
5	Tempat pemilahan dan Tempat Pengomposan	- Tempat pemilahan sampah oleh petugas TPA - Tempat pencacahan sampah organik - Tempat pengayakan sampah organik - Tempat pengomposan - Tempat pengolahan sampah plastik	2163,9	
6.	Tempat cuci truk sampah	- Tempat cuci truk pengangkut sampah	121,2	

No	Jenis Site	Fungsi	Luas (m ²)	Foto
6	Kantor TPA	- Tempat pelayanan administrasi TPA Toisapu	386,6	
7	Tempat Parkir	- Tempat parkir truk, petugas TPA, dan tamu	401,6	
8	Tempat parkir alat berat	- Tempat parkir alat berat	511,3	
9	Kolam lindi	- Kolam penampung lindi	5405,7	

Sumber: Hasil Survei, 2019

4.2.4 Pengelolaan Sampah di TPA Toisapu

TPA Toisapu menggunakan metode *controlled landfill* untuk pengelolaan sampah. TPA Toisapu melayani 33 TPS yang tersebar di Kota Ambon. Sampah yang terdapat di 33 TPS setiap harinya akan diangkut ke TPA Toisapu yang terdapat di Dusun Ama Ory Desa Hutumuri Kecamatan Leitimur Selatan Kota Ambon. Pengangkutan sampah yang dilakukan menggunakan *drumtruck* dan *armroll truck*. Sampah yang masuk ke TPA akan dilakukan pengelolaan sampah oleh pengelola TPA yaitu pengomposan, kerajinan, dan pemanfaatan gas metana. Adapun keterlibatan dari para pemulung dalam kegiatan pemilahan sampah. Berikut merupakan system operasional sampah di TPA Toisapu.



Gambar 4.9 Sistem Operasional Sampah TPA Toisapu

Berdasarkan **Gambar 4.9** diketahui bahwa saat sampah yang dikumpul dari tiap TPS kemudian diangkut ke TPA Toisapu, saat sampah masuk ke TPA kemudian akan dilakukan pencatatan sampah di jembatan timbang setelah itu kemudian dibawa langsung ke *landfill* di zona 3 sebagai zona aktif di TPA Toisapu. Saat sampah kemudian dilakukan bongkar muat di *landfill*, kemudian dilakukan pemilahan oleh para pemulung dan petugas TPA yang sudah menunggu di zona pembuangan. Sampah yang dikumpulkan pemulung berupa plastik, kertas, botol, kardus, dll kemudian akan dijual ke pengepul yang berada diluar TPA. Sampah organik yang dipilah petugas TPA akan dilakukan pencacahan dan pengomposan. Berikut merupakan gambar tempat dilakukan pencacahan dan pengomposan.

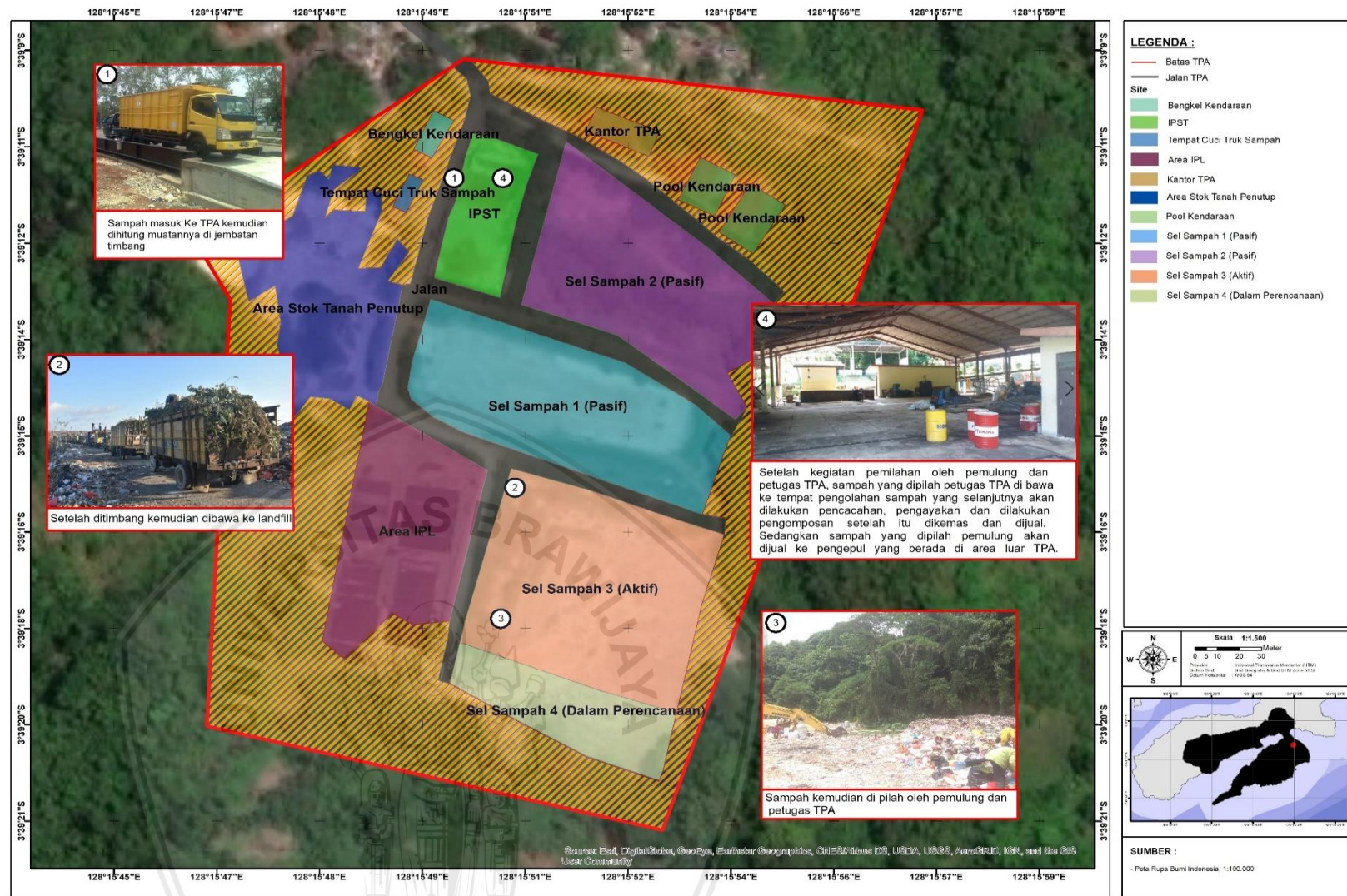


Gambar 4.10 Tempat Pengolahan Sampah oleh Petugas

Pupuk hasil kompos yang sudah jadi akan dikemas dan dijual. Proses pencacahan hingga pengemasan memakan waktu sekitar 2 minggu. Sampah kompos yang dijual per bulan rata-rata sebanyak 120 kg dengan per kg seharga 8.000 rupiah. Kegiatan pengolahan

sampah ini dibagi per dua minggu, 2 minggu pertama untuk sampah kompos dan 2 minggu setelahnya untuk pengolahan sampah plastik. Sampah yang tidak mampu dipilah dan ditimbun akan menghasilkan gas metana yang nantinya dilakukan pengolahan gas metana yang digunakan untuk bahan bakar memasak dan listrik untuk menyalakan lampu taman di TPA Toisapu.





Gambar 4.11 Sistem Operasional TPA Toisapu

4.2.5 Timbulan Sampah di TPA

Sampah yang berasal dari permukiman di wilayah Kota Ambon dikumpulkan menggunakan armada pengangkutan yakni truk sampah setiap harinya yang kemudian dibawa ke TPA Toisapu. Berdasarkan hasil wawancara rata-rata sampah yang diangkut per harinya sebesar 150.000 kg atau sama dengan 150 ton. Berikut merupakan data timbulan sampah yang masuk ke TPA Toisapu dari tahun 2015-2018.

Tabel 4.7

Timbulan Sampah di TPA Toisapu tahun 2010-2018

Tahun	Timbulan Sampah (Ton)
2010	32899
2011	34023,9
2012	37843,2
2013	42987,9
2014	44758,2
2015	48255
2016	52625,1
2017	55455,2
2018	58535,2

Sumber: DLH, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.7** diketahui bahwa tiap tahun timbulan sampah yang masuk ke TPA Toisapu selalu mengalami peningkatan, sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk Kota Ambon tiap tahunnya yang dapat dilihat pada gambar 4.2. Untuk timbulan sampah berdasarkan jenis sampah dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4.8

Jumlah Sampah Berdasarkan Jenis Sampah di TPA Toisapu Tahun 2010-2018

Tahun	Jumlah Sampah (Ton)									
	Kertas	Plastik	Sampah Taman dan Kebun	Sisa Makanan	Nappies	Karet	Tekstil	Logam	Kaca	Kayu
2010	3148	13054	5079	5829	1086	115	526	1750,2	1750,2	559,2
2011	3256	13501	5253	6029	1123	119	544	1810	1810	578,4
2012	3621	15016	5843	6706	1248,	132	605	2013,2	2013,2	643,3
2013	4114	17057	6637	7617	1418,6	150	687	2286,9	2286,9	730,7
2014	4283	17760	6911	7931	1477	156	716	2381,1	2381,1	760,8
2015	4618	19147	7450	8551	1592,4	169	772	2567	2567,1	820,3
2016	5036,2	20881,6	8125,3	9325,1	1736,6	184,1	842	2799	2799,6	894,6
2017	5307	22004,6	8562,2	9826,6	1830	194	887,2	2950	2950,2	942,7
2018	5601,8	23226,7	9037,8	10372,4	1931,6	204,8	936,5	3114	3114	995

Sumber: DLH, 2019

Dari **Tabel 4.8** diatas didapatkan standar komposisi sampah yang masuk ke TPA Toisapu Kota Ambon sebagai berikut.

Tabel 4.9

Komposisi Sampah Kota Ambon

No	Jenis Sampah	Komposisi Sampah (%)
1	Kertas	9,57
2	Plastik	39,68
3	Sampah Taman dan Kebun	15,44
4	Sisa Makanan	17,72

5	Nappies	3,3
6	Karet	0,35
7	Tekstil	1,6
8	Logam	5,32
9	Kaca	5,32
10	Kayu	1,7

Sumber: DLH Kota Ambon, 2019

Standar komposisi ini digunakan untuk menghitung jumlah timbulan sampah berdasarkan jenis sampah yang masuk ke TPA Toisapu per hari selama dilakukan pengamatan untuk penelitian ini. Berdasarkan hasil pengamatan pada tanggal 17 Maret 2019 hingga 23 Maret 2019 dari data jumlah dan kapasitas kendaraan pengangkut sampah yang masuk ke TPA Toisapu, maka timbulan sampah yang masuk ke TPA Toisapu selama tujuh hari adalah sebagai berikut.

Tabel 4.10
Timbulan Sampah di TPA Toisapu

Hari ke	Timbulan Sampah (Kg)
1	150.990,00
2	221.910,00
3	135.330,00
4	182.155,00
5	174.840,00
6	177.235,00
7	146.935,00
Total	1.189.395,00
Rata-rata	169913,6

Sumber: Hasil Survei, 2019

Berdasarkan data **Tabel 4.10** diatas diketahui bahwa setiap harinya sampah yang dikumpul di TPA Toisapu tidak konstan. Jumlah timbulan sampah didapatkan berdasarkan jumlah dan kapasitas kendaraan pengangkut sampah yang masuk ke TPA Toisapu. Kegiatan pengamatan dilakukan 2 periode yaitu weekday dan weekend, dimana untuk weekday yaitu hari senin-jumat dan weekend yaitu hari sabtu-minggu. Dari data tersebut didapatkan rata-rata per hari sampah yang masuk dalam satuan kilogram (kg). Berdasarkan hasil pengamatan jumlah sampah yang masuk ke TPA sebesar 150.990 kg, hari kedua mengalami kenaikan sebesar 221.991 kg kemudian mengalami penurunan pada hari ketiga sebesar 135.330 kg dan naik mencapai 182.155 pada hari ke empat, setelah hari kelima mengalami penurunan menjadi 174.840 kg dan meningkat lagi pada hari keenam sebesar 177.235 kg dan pada hari ketujuh mengalami penurunan menjadi 146.935 kg. Sehingga didapatkan total timbulan sampah yang masuk ke TPA Toisapu selama 7 hari sebesar 1.189.395 kg/hari dengan rata-rata perharinya sebesar 169.913 kg/hari. Sedangkan untuk menghitung timbulan sampah berdasarkan jenis sampah di TPA Toisapu mengacu kepada Laporan Database Sistem Pengelolaan Sampah Kota Ambon Tahun 2014 yang dapat dilihat pada tabel 4. diatas.

Sehingga dari data diatas dilakukan perhitungan berdasarkan hasil pengamatan sampah yang masuk TPA selama 7 hari dan didapatkan jumlah sampah berdasarkan jenis sampah yang masuk ke TPA Toisapu yang dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4.11

Jumlah Sampah berdasarkan Jenis Sampah di TPA Toisapu

Jenis Sampah	Timbulan Sampah (Kg)							%
	1	2	3	4	5	6	7	
Kertas	14.449,74	21.236,79	12.951,08	17.432,23	16.732,19	16.961,39	14.061,68	9,57
Plastik	59.912,83	88.053,89	53.698,94	72.279,10	69.376,51	70.326,85	58.303,81	39,68
Sampah Taman dan Kebun	23.312,86	34.262,90	20.894,95	28.124,73	26.995,30	27.365,08	22.686,76	15,44
Sisa Makanan	26.755,43	39.322,45	23.980,48	32.277,87	30.981,65	31.406,04	26.036,88	17,72
Nappies	14.449,74	21.236,79	12.951,08	17.432,23	16.732,19	16.961,39	14.061,68	3,3
Karet	16155,93	6174,49	3765,38	5068,33	4616,72	4931,45	4088,36	0,35
Tekstil	2.415,84	3.550,56	2.165,28	2.914,48	2.797,44	2.835,76	2.350,96	1,6
Logam	8.032,67	11.805,61	7.199,56	9.690,65	9.301,49	9.428,90	7.816,94	5,32
Kaca	8.032,67	11.805,61	7.199,56	9.690,65	9.301,49	9.428,90	7.816,94	5,32
Kayu	2.566,83	3.772,47	2.300,61	3.096,64	2.972,28	3.013,00	2.497,90	1,7

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Sampah yang masuk di TPA Toisapu terdiri dari sampah organik dan anorganik yang berasal dari permukiman, pasar, penyapuan jalan/taman dan hotel/usaha. Pengukuran komposisi sampah mengacu kepada Laporan Database Sistem Pengelolaan Sampah Kota Ambon Tahun 2014 dan kondisi eksisting di TPA Toisapu, sehingga diperoleh komposisi sampah yang terdapat di TPA Toisapu pada Tabel 4. Yang menunjukkan bahwa sampah terbanyak yang masuk ke TPA yaitu sampah plastik sebesar 39,68%, kemudian sampah sisa makanan dan sampah daun dari taman dan kebun yaitu 17,72% dan 15,54%, sampah kertas 9,57%, sampah logam dan kaca yang masing-masing 5,32%, *nappies* 3,3%, karet 0,35%, tekstil 1,6% dan kayu 1,7%. Perhitungan timbulan sampah berdasarkan jenis sampah akan digunakan untuk analisis mass balance untuk mengetahui potensi reduksi sampah di TPA Toisapu. Selain itu besar timbulan sampah ini juga mempengaruhi besar potensi gas metana yang dihasilkan.

4.2.6 Pengelolaan Gas Metana di TPA

TPA Toisapu memanfaatkan sampah organik yang ada di TPA menjadi gas alternative yaitu gas metana. Kegiatan pemanfaatan sampah organik menjadi gas metana dilakukan berdasarkan system pemanfaatan energi. Sampah yang tidak dipilah oleh pemulung dan petugas TPA di *landfill* yang mengalami penumpukan akan menjadi gas metana. Kegiatan pengelolaan gas metana di TPA Toisapu mulai pada tahun 2017 yang memanfaatkan gas metana menjadi sumber energi atau gas alternatif melalui system instalasi

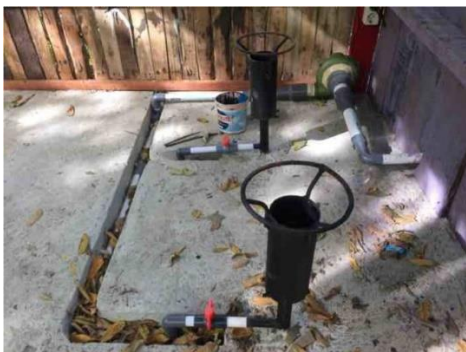
pipa. Gas metana yang ada didalam sampah organik dihasilkan secara alami tanpa adanya pengolahan secara khusus.

Kegiatan pengelolaan gas metana dimulai dengan pembangunan Instalasi pengolahan gas metana yang memiliki 2 posisi yaitu vertikal dan horizontal, kedua posisi pipa berfungsi sebagai penyerap gas metana yang ada dalam sampah organik. Pipa vertikal dan horizontal yang di pasang dengan memberi lubang untuk menyerap gas metana yang terkandung dalam sampah organik. Instalasi ini memiliki 30 pipa dengan ukuran 6 cm. Pipa yang ditanam sedalam 3-5 meter diberi lubang yang berfungsi untuk menyerap gas metana dan kemudian dialirkan kembali kedalam pipa horizontal yang telah disambungkan dari atas pipa vertikal. Berikut merupakan contoh pipa vertikal yang ditanam di TPA Toisapu.



Gambar 4.12 Pipa Vertikal Gas metana di TPA Toisapu

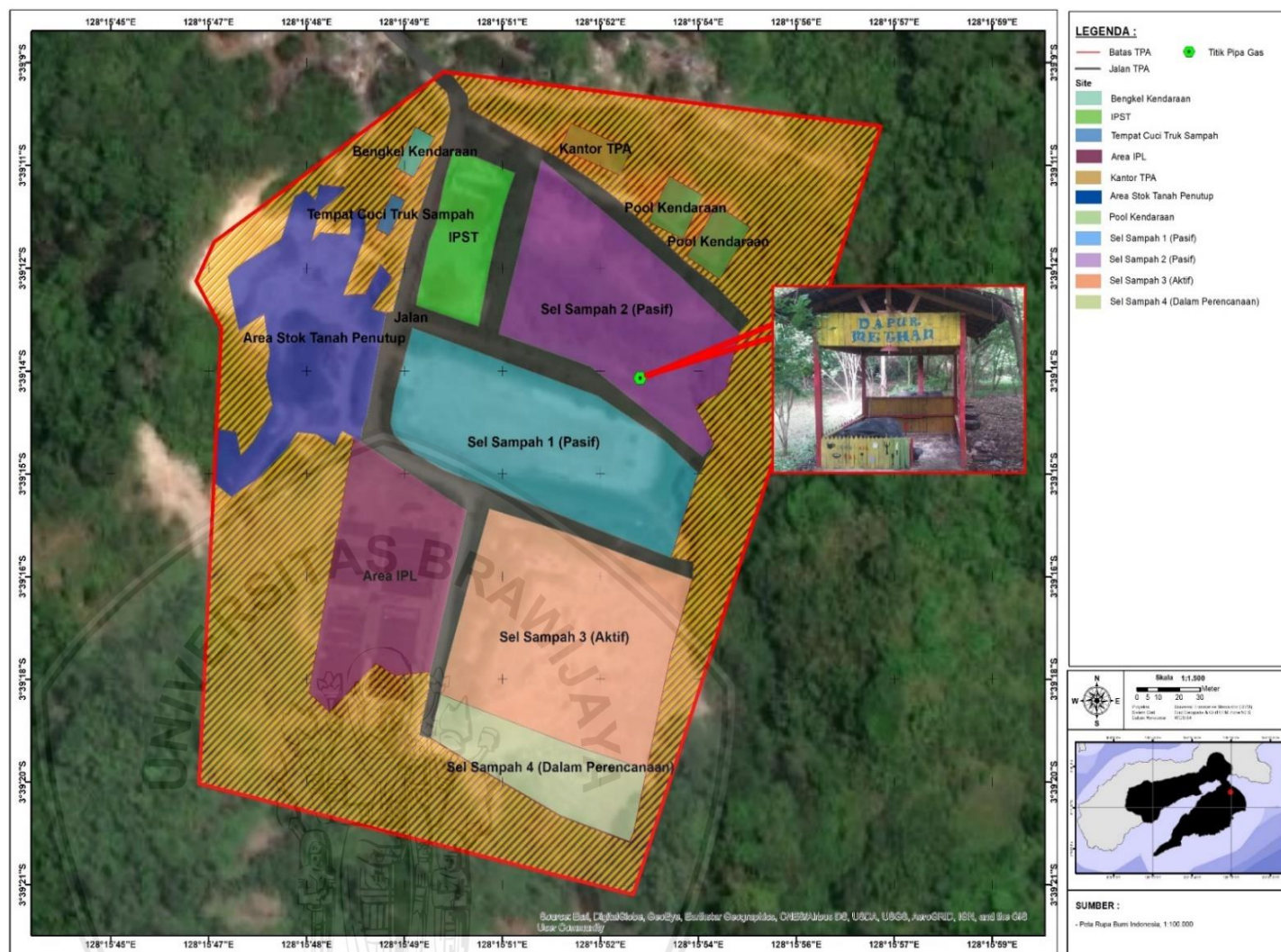
Pipa yang ada di berada di dalam tanah adalah pipa horizontal yang selanjutnya disambungkan ke pipa penangkap air lindi yang dipasang dibawah tumpukan sampah organik yang di TPA Toisapu. Pipa horizontal ini berfungsi untuk pemisah antara gas dan air yang dihasilkan sampah organik. Pipa horizontal hanya system untuk menangkap gas yang dikaitkan dengan pipa pengumpul lindi sehingga disetiap ujung pipa tersebut dibuat pipa vertikal yang berfungsi untuk menyalurkan gas yang terkumpul didalam pipa horizontal. Setelah pipa horizontal yang dikaitkan dengan pipa pengumpul lindi, gas dan air beserta zat kimia yang terdapa dalam pipia kemudian akan terpisah, air lindi akan keluar menuju saluran lindi dan akan dikumpulkan dalam kolam penampung lindi, dan gas metana akan masuk ke saluran pipa yang telah dihubungkan dengan *blower* yang berfungsi untuk mendorong gas metana sampai pada tempat penampung gas yang telah di bangun di dalam TPA yang sering disebut “Dapur Metana”. Pada dapur metan terdapat pipa-pipa untuk menyalurkan gas hingga ke dapur TPA untuk digunakan sebagai bahan bakar memasak dan untuk menyalakan lampu taman di sekitar TPA.



Gambar 4.13 Tempat Penampung Gas Metana “Dapur Metan”

Tahun 2019 terdapat 30 pipa yang berfungsi untuk menyalurkan gas dari tumpukan sampah organik dan kemudian digunakan untuk bahan bakar memasak dan sebagai energi untuk menyalakan lampu di taman sekitar TPA, dari 30 pipa ini dibagi 20 pipa untuk pemanfaatan bahan bakar memasak sedangkan 10 pipa untuk menyalurkan listrik untuk menyalakan lampu taman. Kegiatan pemanfaatan gas metana hanya digunakan untuk kegiatan di TPA Toisapu karena kendala biaya untuk penambahan pipa dan penambahan kapasitas blower.





Gambar 4.14 Photomapping Titik Pengumpul Gas Metana

4.3 Reduksi Sampah di TPA

Sampah yang masuk ke TPA Toisapu perharinya rata-rata sebesar 150 ton. Pada TPA Toisapu kegiatan reduksi sampah yang dilakukan berupa kegiatan pengomposan oleh petugas TPA dengan menggunakan instalasi pengolahan sampah terpadu (IPST), kegiatan pengolahan sampah plastik, dan pemilahan oleh pemulung. Untuk mengetahui besar reduksi sampah yang dilakukan oleh petugas TPA dan pemulung maka diperlukan perhitungan reduksi sampah eksisting dan potensi reduksi sampah apabila jumlah pemulung dan petugas TPA dimaksimalkan.

Perhitungan reduksi sampah menggunakan analisis *mass balance* atau kesetimbangan massa, yang dilakukan dengan mengetahui berat timbulan sampah, komposisi sampah dan nilai *recovery factor*. Perhitungan timbulan sampah dilakukan dengan melakukan pengamatan pada sampah yang masuk ke TPA Toisapu selama 7 hari yang dibagi weekday dan weekend dimulai pada 17 Maret 2019-23 Maret 2019. Pengukuran berat timbulan sampah dilakukan dengan cara mengukur kapasitas alat pengangkut sampah samah yang masuk ke TPA Toisapu.

4.3.1 Reduksi Sampah Pemulung

Sampah yang dipilah oleh pemulung TPA Toisapu adalah sampah berdasarkan jenisnya. Berdasarkan hasil survei jumlah pemulung memilah sampah di TPA Toisapu sebanyak 178 orang pemulung namun setiap harinya tidak semua pemulung dan petugas bekerja untuk memilah sampah. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak pengelola bahwa terdapat 178 orang pemulung yang terdaftar di TPA Toisapu, namun untuk setiap harinya tidak pernah jumlah pemulung yang datang ke TPA menyentuh angka 178 orang.

Berikut merupakan data jumlah pemulung yang bertugas memilah sampah selama satu minggu waktu pengamatan.

Tabel 4.12

Jumlah Pemulung dan Petugas TPA yang memilah sampah

Hari	Jumlah Pemulung (orang)
1	22
2	21
3	32
4	33
5	30
6	30
7	35

Sumber: Hasil Survei, 2019

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa jumlah pemulung paling banyak bekerja memilah sampah pada hari minggu sebanyak 35 orang. Pemulung memilah sampah dimulai

dari pukul 08.00 hingga 16.00 menyesuaikan waktu truk pengangkut sampah membawa sampah ke TPA dari TPS.

Berikut merupakan jumlah sampah yang dipilah pemulung selama 7 hari pengamatan.

Tabel 4.13

Jumlah Sampah yang dipilah Pemulung dan Petugas TPA

Hari	Jumlah Sampah yang dipilah pemulung (Kg)
1	1.275
2	1.091
3	1.667
4	1.690
5	1.600
6	1.718
7	1.946
Total	10.987

Sumber: Hasil Survei, 2019

Dari data diatas, jumlah sampah paling banyak dipilah oleh pemulung terdapat dihari ke tujuh yaitu hari minggu sebanyak 1.928 kg dan sampah yang paling sedikit dipilah pada hari selasa dan senin dengan masing-masing sebanyak 1.091 kg dan 1.275 kg. Dari total sampah yang masuk ke TPA kemudian dipilah pemulung untuk dijual kembali ke pengepul yang berada di luar TPA.

Berikut merupakan data jumlah sampah yang dipilah pemulung berdasarkan jenis sampah.

Tabel 4.14

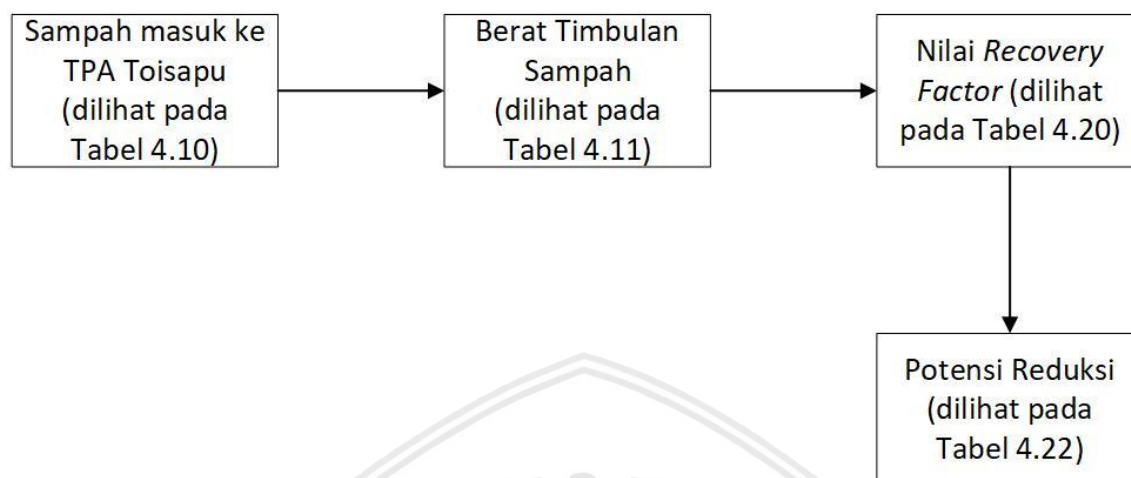
Jenis Sampah yang dipilah Pemulung

Jenis Sampah	Berat (Kg/minggu)	Berat rata-rata (Kg/hari)
Plastik Kemasan Bekas	860	122,8
Gelas Bening Bekas	1377	196,7
Plastik Kresek Bekas	420	60
Botol Plastik Bekas	2657	379,5
Kaleng Bekas	1207	172,4
Alumunium	753	107,5
Kertas	953	136,1
Kardus	952	136
Botol Kaca	1808	258,2
Total	10.987	1.569

Sumber: Hasil Survei, 2019

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa sampah yang paling banyak dipilah pemulung per minggu adalah sampah botol plastik bekas sebesar 2.657 kg, dengan rata-rata per hari sebesar 375,5 kg, sedangkan sampah yang paling sedikit dipilah oleh pemulung yaitu sampah plastik kresek bekas dengan besar sampah yang dipilah perminggu sebesar 420 kg dan rata-rata perhari 60 kg. Total keseluruhan sampah yang dipilah pemulung per minggu sebanyak 10.987 kg dengan rata-rata pemulung memilah 1.569 kg sampah.

Langkah selanjutnya adalah untuk mencari reduksi sampah pemulung. Berikut dibawah ini adalah proses mencari reduksi sampah dari pemulung yang bekerja di TPA Toisapu dengan output mencari potensi reduksi sampah.



Gambar 4.15 Alur Reduksi Sampah

Berdasarkan **Gambar 4.15** dapat dijelaskan bahwa alur untuk menghitung reduksi sampah dilakukan ketika sampah yang masuk ke TPA kemudian dilakukan perhitungan di jembatan timbang (dapat dilihat alur operasional TPA pada **Gambar 4.11**), setelah itu perhitungan komposisi sampah dari sampah yang masuk ke TPA untuk mengetahui jumlah sampah per jenis yang menyesuaikan komposisi sampah Kota Ambon (dapat dilihat pada **Tabel 4.9**) setelah diketahui jumlah berat timbunan sampah total kemudian dilakukan perhitungan jumlah sampah yang dipilah oleh pelaku reduksi sampah (pemulung dan petugas TPA). Nilai *recovery factor* didapat dari persentase berat sampah yang direduksi oleh pelaku reduksi (kg) sampah dibagi dengan berat timbunan sampah total (kg/hari).

Berikut merupakan data berat timbunan menurut komposisi sampah rata-rata yang masuk ke TPA Toisapu dari hasil pengamatan selama tujuh hari.

Tabel 4.15

Berat Timbunan Sampah berdasarkan Jenis Sampah TPA Toisapu

No	Jenis Sampah	Komposisi Sampah%	Rata-rata timbunan sampah (kg/hari)	Berat Sampah (Kg/hari)
1	Kertas	9,57	169.913,57	16.260,73
2	Plastik	39,68		67.421,71
3	Sampah Taman dan Kebun	15,44		26.234,66
4	Sisa Makanan	17,72		30.108,68
5	Nappies	3,3		5.607,15
6	Karet	0,35		594,70
7	Tekstil	1,6		2.718,62
8	Logam	5,32		9.039,40
9	Kaca	5,32		9.039,40
10	Kayu	1,7		2.888,53
Total				169.913,57

Sumber: Hasil Survei, 2019

Berat timbunan sampah yang masuk ke TPA toisapu diperoleh dari hasil rata-rata selama 7 hari sebesar 169.913,57. Dari hasil pengukuran diperoleh jumlah rata-rata sampah paling besar berdasarkan jenis sampah yaitu sampah plastik sebesar 67.421,71 kg/hari, Sampah daun dari taman dan kebun dan sisa makanan sebesar 56343 kg/hari, kemudian sampah kertas sebesar 16.260 kg/hari, sampah logam dan gelas/kaca masing-masing logam dan kaca masing-masing sebesar 9.039 kg/hari, sampah *nappies*, kayu, dan tekstil masing-masing sebesar 5607,15 kg, 2888,53 kg, dan 2718 kg/hari dan sampah yang paling sedikit jumlahnya di TPA Toisapu adalah sampah karet sebesar 594,7 kg/hari.

Proses selanjutnya adalah menghitung *recovery factor* dengan cara berat sampah yang dipilah pemulung dibagi berat sampah total dikali 100 persen. Jenis sampah yang dipilah pemulung dapat dilihat pada **Tabel 4.14** dengan pengelompokkan sampahnya sampah logam terdiri dari sampah kaleng bekas dan aluminium, sampah plastik terdiri dari sampah plastik kemasan bekas, gelas bening bekas, botol plastik bekas, dan plastik kresek bekas, sampah kertas terdiri dari kertas dan sampah kardus dan sampah kaca yaitu botol kaca.

Berikut merupakan nilai *recovery factor* untuk sampah yang dipilah oleh pemulung.

Tabel 4.16

Nilai Recovery Factor Sampah di TPA Toisapu

No	Jenis Sampah	Berat Sampah yang direduksi Pemulung (Kg/hari)	Recovery factor (%)
1	Organik	0	0
2	Logam	272,5	3,01
3	Plastik	756,5	1,12
4	Gelas/kaca	258,20	2,85
5	Kertas	272,1	1,6
6	Lain-lain	0	0
Total		1.559,2	8,58

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.16** sampah yang dipilah pemulung adalah sampah logam, plastik, kaca dan kertas. Sampah yang memiliki nilai *recovery factor* terbesar adalah sampah logam sebesar 3,01%. Hal ini mengartikan bahwa logam adalah sampah yang paling banyak dipilah oleh pemulung untuk kemudian dijual ke pengepul, sedangkan sampah yang paling sedikit adalah sampah plastik dengan nilai *recovery factor* sebesar 1,12%.

4.3.2 Reduksi Sampah oleh Petugas TPA

Sampah yang dipilah oleh pegawai TPA Toisapu adalah sampah berdasarkan jenisnya. Sampah yang masuk ke TPA setelah melewati jembatan timbang untuk pencatatan sampah akan dibawa ke *landfill*, di *landfill* sampah akan dipilah oleh petugas TPA dan pemulung. Sampah yang dipilah petugas TPA kemudian dibawa ke Instalasi Pengolahan

Sampah Terpadu untuk dilakukan pengolahan untuk kompos dan kerajinan. Berdasarkan data dari TPA bahwa pegawai TPA yang bertugas untuk memilah sampah berjumlah 12 orang, namun sama seperti pemulung setiap harinya tidak seluruh petugas TPA melakukan pemilahan. Sampah yang dipilah dari pegawai TPA adalah sampah organik berupa sampah sisa makanan dan sampah taman dan kebun dan sampah plastik. Petugas TPA paling banyak bekerja memilah sampah pada hari rabu, kamis dan jumat. Petugas TPA memilah sampah dimulai dari pukul 08.00 hingga 16.00.

Berikut adalah data sampah yang dipilah Petugas TPA dalam satu minggu.

Tabel 4.17

Jumlah Sampah yang dipilah Petugas TPA

Hari	Jumlah Sampah yang dipilah Petugas TPA (Kg)	Jumlah Petugas TPA yang memilah sampah (orang)
1	304	4
2	334	10
3	355	11
4	310	11
5	335	11
6	309	10
7	325	10
Total	2.272	

Sumber: Hasil Survei, 2019

Dari data **Tabel 4.17** diatas, jumlah sampah yang dipilah petugas TPA paling banyak pada hari rabu sebanyak 355 kg dengan rata-rata petugas TPA yang melakukan pemilahan per harinya sebanyak 10 orang.

Berikut adalah tabel jenis sampah yang dipilah petugas TPA selama 7 hari.

Tabel 4.18

Jenis Sampah yang dipilah Petugas TPA per orang

Jenis Sampah	Berat (Kg/minggu)	Berat rata-rata (Kg/hari)
Organik	948	11,4
Plastik	1.349	15,7
Total	2.297	27,2

Sumber: Hasil Survei, 2019

Sampah yang dipilah petugas TPA akan dikumpul dan kemudian di bawa di instalasi pengolahan sampah terpadu yang nantinya akan dibuat pupuk kompos dan kerajinan. Setelah diperoleh berat timbunan sampah rata-rata berdasarkan jenis sampah yang ditunjukkan pada **Tabel 4.11** kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai *recovery factor* yang kemudian akan digunakan untuk mengetahui reduksi sampah di TPA Toisapu. Nilai *recovery factor* diperoleh dari jumlah sampah oleh petugas TPA dibagi dengan jumlah total sampah yang masuk ke TPA Toisapu per hari.

Berikut merupakan nilai *recovery factor* dari kegiatan reduksi sampah per jenis sampah oleh petugas di TPA Toisapu yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.19

Nilai *Recovery Factor* untuk Sampah yang dipilah Petugas TPA Toisapu

No	Jenis Sampah	Berat Sampah rata-rata yang dipilah Petugas TPA (Kg/hari)	<i>Recovery factor</i> (%)
1	Organik	135,43	0,24
2	Logam	0	0
3	Plastik	192,7	0,28
4	Gelas/kaca	0	0
5	Kertas	0	0
6	Lain-lain	0	0
Total		328,14	0,52

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Sampah yang dipilah oleh petugas TPA yaitu sampah organik dan sampah plastik dengan nilai *recovery factor* masing-masing sebesar 0,24% dan 0,28%. Apabila diakumulasi nilai *recovery factor* oleh pemulung dan petugas TPA maka dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.20

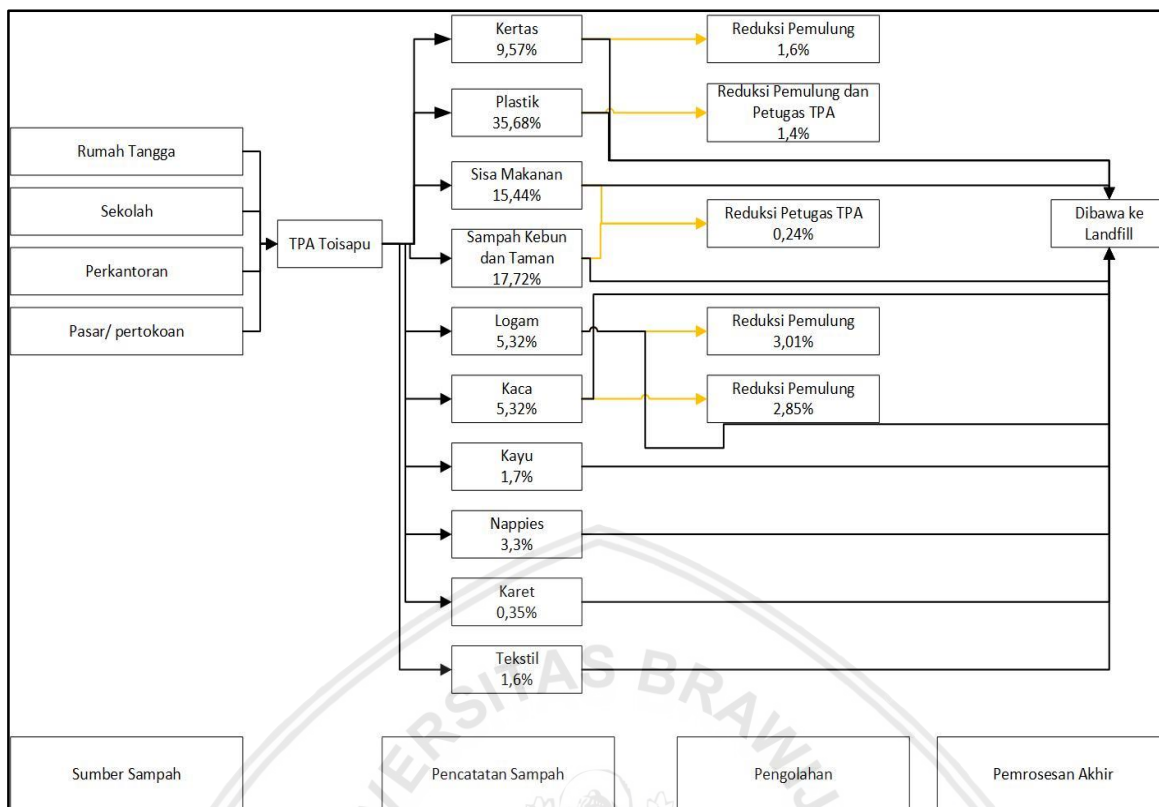
Nilai *Recovery Factor* Sampah di TPA Toisapu

No	Jenis Sampah	Berat Sampah rata-rata yang dipilah (Kg/hari)		Berat reduksi total (Kg/hari)	<i>Recovery factor</i> (%)
		Petugas TPA	Pemulung		
1	Organik	135,43	0	135,43	0,24
2	Logam	0	272,5	272,50	3,01
3	Plastik	192,7	756,5	949,21	1,4
4	Gelas/kaca	0	258,20	258,20	2,85
5	Kertas	0	272,1	272,10	1,67
6	Lain-lain	0	0	0,00	0
Total		328,14	1.559,2	1.887,44	9,19

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.20** rata-rata nilai *recovery factor* untuk masing-masing jenis sampah yang memiliki nilai paling besar adalah sampah logam. Hal ini disebabkan karena sampah jenis logam merupakan sampah yang diutamakan pemulung untuk dipilah karena memiliki harga jual yang tinggi dibandingkan dengan jenis sampah yang lain. Untuk nilai *recovery factor* 0 dikarenakan tidak adanya kegiatan pemulung ataupun petugas TPA pada kegiatan reduksi sampah. Untuk mendapatkan nilai *recovery factor* ini diperoleh dari jumlah sampah yang direduksi oleh pemulung dan petugas TPA, jumlah pemulung yang terdapat di TPA Toisapu sebanyak 178 orang dan petugas TPA yang khusus untuk memilah sampah yakni 12 orang. Sehingga didapatkan nilai *recovery factor* sampah di TPA Toisapu berdasarkan kegiatan pemilahan sampah yang dilakukan pemulung dan petugas TPA sebesar 9,19% atau perharinya terdapat 1.887 kg sampah yang tereduksi akibat kegiatan pemilahan yang dilakukan pemulung dan petugas TPA.

Berikut adalah *system boundary* TPA Toisapu yang dapat dilihat pada bagan dibawah.



Gambar 4.16 Sistem Boundary TPA Toisapu

Sumber: Hasil Analisis, 2019

4.4 Potensi Reduksi Sampah

Besar reduksi sampah yang dilakukan pemulung dan petugas TPA di TPA Toisapu sebesar 9,19%. Sampah yang tidak dipilah kemudian dibawa ke *landfill* dan dilakukan pemrosesan akhir dengan system *controlled landfill*. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa jumlah sampah rata-rata yang dipilah per orang masing-masing petugas dan pemulung dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4.21

Jumlah sampah rata-rata yang dipilah per orang

No	Jenis Sampah	Jumlah Sampah rata-rata yang dipilah (Kg/orang)	
		Petugas TPA	Pemulung
1	Organik	16,9	-
2	Logam	-	9,5
3	Plastik	19,2	13,12
4	Gelas/kaca	-	8,8
5	Kertas	-	4,6
6	Lain-lain	-	0
Total		36,1	36,02

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.21** apabila seluruh pemulung yang terdapat pada TPA Toisapu dan seluruh petugas TPA melakukan kegiatan pemilahan sampah jumlah sampah yang direduksi di TPA Toisapu semakin meningkat, sehingga TPA Toisapu hanya menampung sampah yang tidak dapat direduksi. Dengan ini dapat mengefisiensi penggunaan lahan TPA

dan berpengaruh terhadap umur dan masa pakai TPA Toisapu. Berikut merupakan perhitungan potensi reduksi sampah oleh seluruh pemulung dan petugas TPA yang bertugas melakukan kegiatan pemilahan sampah.

Tabel 4.22

Potensi Reduksi Sampah di TPA Toisapu

No	Jenis Sampah	Jumlah sampah rata-rata yang dipilah (Kg/orang/hari)		Jumlah Orang yang melakukan kegiatan pemilahan		Potensi Reduksi (Kg)		Total	Rf (%)
		Pemulung	Petugas TPA	Pemulung	Petugas TPA	Pemulung	Petugas TPA		
1	Organik	-	16,9	178 orang	12 orang	-	202,8	202,8	0,35
2	Logam	9,5	0			1691	-	1691	18,7
3	Plastik	13,12	19,2			2335,46	230,4	2565,76	3,8
4	Gelas/kaca	8,8	-			1566,4	-	1566,4	17,3
5	Kertas	4,66	-			818,8	-	818,8	5,03
6	Lain-lain	-	-			-	-	0	0
Total						6411,56	433,2	6844,76	45,2

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.22** diperoleh bahwa potensi sampah yang tereduksi di TPA Toisapu sebesar 6.844,76 kg/hari atau 45,2% dari total rata-rata sampah yang masuk ke TPA Toisapu per harinya. dengan asumsi pelaku kegiatan reduksi sampah sebanyak 178 orang pemulung total yang terdapat di TPA Toisapu dan 12 orang petugas TPA yang bertugas melakukan kegiatan pemilahan. Potensi sampah yang tereduksi berdasarkan komposisi sampah paling besar adalah sampah logam. Hal ini disebabkan eksistingnya para pemulung lebih mengutamakan logam untuk dipilah karena dinilai memiliki nilai jual yang lebih tinggi dibanding sampah lainnya.

Sehingga apabila dibandingkan antara besar reduksi sampah eksisting dan potensi reduksi sampah di TPA Toisapu adalah sebagai berikut.

Tabel 4.23

Perbandingan Reduksi Eksisting Potensi Reduksi Sampah di TPA Toisapu

No	Jenis Sampah	Reduksi Eksisting (%)	Potensi Reduksi (%)
1	Organik	0,24	0,35
2	Logam	3,01	18,7
3	Plastik	1,4	3,8
4	Gelas/kaca	2,85	17,3
5	Kertas	1,6	5,03
6	Lain-lain	0	0
Total		9,19	45,2

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.23** diketahui bahwa apabila adanya peningkatan kinerja pada kegiatan pemilahan oleh pemulung dan petugas TPA per harinya maka pada TPA Toisapu berpotensi untuk dapat mereduksi sampah lebih empat kali lipat dari reduksi eksisting. Adanya potensi reduksi yang dimiliki TPA Toisapu dapat mengurangi sampah yang

ditimbun di TPA, hal ini dapat berpengaruh pada usia dan masa pakai TPA. Selanjutnya berikut ini tabel dari keseimbangan massa aliran sampah TPA Toisapu.

Tabel 4.24

Potensi Keseimbangan Massa Aliran Sampah TPA Toisapu Kota Ambon

No	Jenis Sampah	Berat Sampah (Kg)	Berat Reduksi (Kg)	Berat Residu (Kg)
1	Organik	56.343,3	202,8	56.141
2	Logam	9.039,4	1691	7.348,4
3	Plastik	67.421,7	2565,76	64.856
4	Gelas/kaca	9.039,4	1566,4	7.473
5	Kertas	16.260	818,8	15.441,2
6	Lain-lain	11.808	0	11808
Total		169.913	6.844	163.069,6

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.24** diketahui bahwa berat sampah yang masuk ke TPA Toisapu sama dengan jumlah berat potensi reduksi yang dijumlah dengan jumlah berat residu sampah yang terdapat di TPA.

4.5 Perhitungan Potensi Produksi Gas Metana

Perhitungan produksi gas metana dilakukan untuk mengetahui seberapa besar gas metana yang dihasilkan dari macam-macam sampah seperti sampah kertas, tekstil, sisa makanan, kayu, daun, *nappies* (IPCC, 2006). Perhitungan produksi gas metana menggunakan data komposisi sampah, data timbulan sampah, data DOC (*Degradable organik carbon*), DOC_f (*Fraction of DOC that can decompose*), MCF (CH_4 Correction factor aerobic decomposition in the year of deposition), dan F (*Fraction of CH_4 in generated default landfill gas*) yang menyesuaikan dengan data *default* dari IPCC. IPCC menyediakan data *default* yang diperlukan sehingga hanya dibutuhkan jumlah sampah yang masuk ke TPA dan menyesuaikan karakteristik sesuai ketentuan IPCC untuk mengetahui produksi gas metana. Prosedur perhitungan produksi gas metana dilakukan dimulai dari masing-masing komposisi sampah dan kemudian dijumlah untuk semua jenis sampah. Berikut adalah nilai *default* DOC TPA Toisapu untuk masing-masing komposisi sampah. Nilai *default* DOC_f , MCF, serta F dapat dilihat pada **Tabel 3.7**.

4.5.1 Produksi Gas Metana

Perhitungan produksi gas metana dihitung untuk produksi gas metana tahun 2010 hingga tahun 2018. Untuk melakukan perhitungan produksi gas metana diperlukan data jumlah sampah berdasarkan jenis sampah yang masuk per tahun. Diketahui bahwa besar reduksi sampah eksisting di TPA Toisapu per hari adalah sebesar 9,19% atau sebesar 1.887 kg sampah per hari yang mengalami reduksi. Salah satu jenis sampah yang digunakan dalam perhitungan ini yaitu sampah sisa makanan dan sampah organik yang mengalami kegiatan

reduksi oleh petugas TPA dengan total reduksi per tahun sebesar 49 ton, maka pada penelitian ini jumlah sampah yang sudah berdasarkan jenis sampah dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4.25

Jumlah Timbunan Sampah yang tereduksi berdasarkan Komposisi Sampah Tahun 2010-2018

No	Jenis Sampah	Timbunan Sampah (Ton/Tahun)								
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Kertas	2644,7	2735,1	3042,1	3455,7	3598	3879,1	4230,4	4457,9	4705,5
2	Tekstil	526,3	544,3	605,4	687,8	716,1	772,1	842	887,2	936,5
3	Sampah Taman dan Kebun	5044,7	5217,1	5802,8	6591,7	6863,1	7399,3	8069,4	8503,4	8975,6
4	Kayu	559,2	578,4	643,3	730,7	760,8	820,3	894,6	942,7	995,1
5	Sisa Makanan	5759,8	5956,7	6625,4	7526,1	6819,2	7836	8448,2	9213,3	9708,7
6	Nappies	1085,6	1122,7	1248,8	1418,6	1477	1592,4	1736,6	1830	1931,6
Total		15.620	16.154	17.968	20.411	20.234	22.299	24.221	25.834	27.253

Sumber: Hasil Survei, 2019

Jumlah timbunan sampah yang digunakan merupakan jumlah sampah residu dari kegiatan reduksi eksisting dengan nilai *recovery factor* sebesar 9,19%. Sampah organik yang tereduksi yaitu sampah taman dan kebun, sampah sisa makanan dan sampah kertas yang dapat dilihat pada **Tabel 4.20**. Data timbunan sampah berdasarkan komposisi sampah didapatkan dari dokumen TPA Toisapu yang mengacu pada *Default* untuk Asia Tenggara berdasarkan IPCC. Sehingga didapatkan produksi gas metana pada setiap jenis sampah berdasarkan data timbunan sampah tahun 2015- 2018 adalah sebagai berikut.

Tabel 4.26

Produksi Gas Metana Sampah Kertas Tahun 2010-2018

Tahun	Jumlah Sampah (Ton)	MCF (Ton/tahun)	DDOC _m (Ton/tahun)	DDOC _{maT} (Ton/tahun)	DDOC _{mdecom} (Ton/tahun)	F	CH ₄ (Ton/tahun)
2010	2645	0,5	264,5	264,5	0,00	0,5	0,00
2011	2735	0,5	273,5	527,4	10,58	0,5	7,87
2012	3042	0,5	304,2	810,5	21,10	0,5	15,70
2013	3456	0,5	345,6	1123,7	32,42	0,5	24,12
2014	3598	0,5	359,8	1438,5	44,95	0,5	33,44
2015	3879	0,5	387,9	1768,9	57,54	0,5	42,81
2016	4230	0,5	423	2121,2	70,76	0,5	52,64
2017	4458	0,5	445,8	2482,1	84,85	0,5	63,13
2018	4706	0,5	470,5	2853,4	99,29	0,5	73,87
Total							313,57

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan perhitungan pada **Tabel 4.26** diatas diketahui total produksi gas metana sampah kertas tahun 2010-2018 adalah sebesar 313,57 ton atau 313.574 kg.

Tabel 4.27

Produksi Gas Metana Sampah Taman dan Kebun Tahun 2010-2018

Tahun	Jumlah Sampah (Ton)	MCF (Ton/tahun)	DDOC _m (Ton/tahun)	DDOC _{maT} (Ton/tahun)	DDOC _{mdecom} (Ton/tahun)	F	CH ₄ (ton)
2010	5045	0,5	378,3	378,3	0,00	0,5	0,00

2011	5217	0,5	391,3	746,9	22,70	0,5	16,89
2012	5803	0,5	435,2	752,7	44,82	0,5	33,34
2013	6592	0,5	494,4	1034,9	68,24	0,5	50,77
2014	6863	0,5	514,7	1313,8	93,81	0,5	69,79
2015	7399	0,5	554,9	1602,7	119,06	0,5	88,58
2016	8069	0,5	605,2	1907,6	145,22	0,5	108,04
2017	8503	0,5	637,8	2215,9	172,82	0,5	128,57
2018	8976	0,5	673,2	2529,2	200,71	0,5	149,33
Total							645,32

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan perhitungan pada **Tabel 4.27** diatas diketahui total produksi gas metana sampah taman dan kebun tahun 2010-2018 adalah sebesar 645,32 ton atau 645.324 kg.

Tabel 4.28

Produksi Gas Metana Sampah Sisa Makanan Tahun 2010-2018

Tahun	Jumlah Sampah (Ton)	MCF (Ton/tahun)	DDOC_m (Ton/tahun)	DDOC_{maT} (Ton/tahun)	DDOC_{mdecom} (Ton/tahun)	F	CH₄ (Ton/tahun)
2010	5760	0,5	216,0	216,0	0,0	0,5	0,0
2011	5957	0,5	223,4	422,1	17,3	0,5	12,9
2012	6625	0,5	248,5	636,8	33,8	0,5	25,1
2013	7526	0,5	282,2	868,1	50,9	0,5	37,9
2014	7836	0,5	293,8	1092,5	69,4	0,5	51,7
2015	8448	0,5	316,8	1321,9	87,4	0,5	65,0
2016	9213	0,5	345,5	1561,6	105,7	0,5	78,7
2017	9709	0,5	364,1	1800,8	124,9	0,5	92,9
2018	10248	0,5	384,3	2041,0	144,1	0,5	107,2
Total							417,4

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan perhitungan pada **Tabel 4.28** diatas diketahui total produksi gas metana sampah kebun dan taman tahun 2010-2018 adalah sebesar 417,4 ton atau 471.375 kg

Tabel 4.29

Produksi Gas Metana Sampah Kayu Tahun 2010-2018

Tahun	Jumlah Sampah (Ton)	MCF (Ton/tahun)	DDOC_m (Ton/tahun)	DDOC_{maT} (Ton/tahun)	DDOC_{mdecom} (Ton/tahun)	F	CH₄ (ton)
2010	559	0,5	60,12	60,12	0,00	0,5	0,00
2011	578	0,5	62,18	121,10	1,20	0,5	0,82
2012	643	0,5	69,16	187,84	2,42	0,5	1,66
2013	731	0,5	78,56	262,64	3,76	0,5	2,57
2014	761	0,5	81,80	339,18	5,25	0,5	3,60
2015	820	0,5	88,19	420,58	6,78	0,5	4,65
2016	895	0,5	96,17	508,35	8,41	0,5	5,76
2017	943	0,5	101,34	599,52	10,17	0,5	6,97
2018	995	0,5	106,97	694,51	11,99	0,5	8,22
Total							34,26

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan perhitungan pada **Tabel 4.29** diatas diketahui total produksi gas metana sampah kayu tahun 2010-2018 adalah 34,26 ton atau 34.257 kg.

Tabel 4.30

Produksi Gas Metana Sampah Tekstil Tahun 2010-2018

Tahun	Jumlah Sampah (Ton)	MCF (Ton/tahun)	DDOC_m (Ton/tahun)	DDOC_{maT} (Ton/tahun)	DDOC_{mdecom} (Ton/tahun)	F	CH₄ (ton)
2010	5830	0,5	31,58	31,58	0,00	0,5	0,0

2011	6029	0,5	32,66	62,98	1,26	0,5	0,9
2012	6706	0,5	36,33	96,79	2,52	0,5	1,7
2013	7617	0,5	41,27	134,19	3,87	0,5	2,7
2014	7931	0,5	42,97	171,79	5,37	0,5	3,7
2015	772	0,5	46,32	211,24	6,87	0,5	4,7
2016	842	0,5	50,52	253,31	8,45	0,5	5,8
2017	887	0,5	53,24	296,42	10,13	0,5	6,9
2018	936	0,5	56,19	340,75	11,86	0,5	8,1
Total							34,5

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan perhitungan pada **Tabel 4.30** diatas diketahui total produksi gas metana sampah tekstil tahun 2010-2018 adalah sebesar 34,5 ton atau 34.494 kg.

Tabel 4.31
Produksi Gas Metana Sampah *Nappies* Tahun 2010-2018

Tahun	Jumlah Sampah (Ton)	MCF (Ton/tahun)	DDOC _m (Ton/tahun)	DDOC _{maT} (Ton/tahun)	DDOC _{mdecom} (Ton/tahun)	F	CH ₄ (Ton/tahun)
2010	1086	0,5	65,14	65,14	0,00	0,5	0,0
2011	1123	0,5	67,37	128,60	3,91	0,5	2,7
2012	1249	0,5	74,93	195,81	7,72	0,5	5,3
2013	1419	0,5	85,12	269,18	11,75	0,5	8,1
2014	1477	0,5	88,62	341,65	16,15	0,5	11,1
2015	1592	0,5	95,54	416,70	20,50	0,5	14,0
2016	1737	0,5	104,20	495,89	25,00	0,5	17,1
2017	1830	0,5	109,80	575,94	29,75	0,5	20,4
2018	1932	0,5	115,90	657,28	34,56	0,5	23,7
Total							102,3

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan perhitungan pada **Tabel 4.31** diatas diketahui total produksi gas metana sampah tekstil tahun 2010-2018 adalah sebesar 102,3 ton atau 102.343 kg.

Dari hasil perhitungan masing-masing jenis sampah maka dapat diakumulasikan total produksi gas metana yang terdapat di TPA Toisapu dari jumlah sampah tahun 2010-2018 adalah sebagai berikut.

Tabel 4.32
Produksi Gas Metana di TPA Toisapu Tahun 2010-2018

Tahun	Jumlah Produksi Gas Metana (Ton/tahun)						
	Kertas	Sampah Taman dan Kebun	Sisa Makanan	Kayu	Tekstil	<i>Nappies</i>	Total
2010	0	0	0	0,00	0	0	0
2011	29,75	7,87	0,87	2,68	0,82	41,98	29,75
2012	58,47	15,70	1,73	5,29	1,66	82,84	58,47
2013	88,67	24,12	2,65	8,05	2,57	126,07	88,67
2014	121,46	33,44	3,68	11,07	3,60	173,25	121,46
2015	153,61	42,81	4,71	14,05	4,65	219,82	153,61
2016	186,72	52,64	5,79	17,13	5,76	268,05	186,72
2017	221,52	63,13	6,94	20,39	6,97	318,95	221,52
2018	256,51	73,87	8,13	23,68	8,22	370,41	256,51
Total	313,5	645,3	471,4	34,2	34,5	102,5	1.601,3

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan tabel diatas, total produksi gas metana dari masing-masing jenis sampah di TPA Toisapu dari tahun 2010-2018 sebesar 1.601,3 ton.

4.5.2 Potensi Produksi Gas Metana

Pengelolaan gas metana di TPA Toisapu baru dimulai pada tahun 2017. Pada tahun 2018 gas metana telah dimanfaatkan untuk bahan bakar memasak dan untuk menyalakan lampu yang terdapat di taman di dalam TPA. Jika dilihat dari jumlah produksi gas metana tiap tahunnya mengalami peningkatan selama 10 tahun terakhir. Hal ini dikarenakan belum adanya kegiatan pengelolaan gas metana dan pengolahan sampah yang optimal. Adanya kegiatan pengolahan sampah sangat berpengaruh terhadap besarnya produksi gas metana, seperti optimalisasi pengomposan yang dapat mengurangi jumlah sampah. Pengelolaan gas metana juga jika dilakukan dengan optimal tentunya akan memberikan dampak dari segi ekonomi dan segi lingkungan, TPA akan mendapatkan keuntungan apabila pemanfaatan gas metana dapat diterapkan menjadi bahan bakar memasak atau bahan bakar listrik masyarakat sekitar TPA, selain itu untuk segi lingkungan dapat mengurangi potensi terjadi kebakaran yang terjadi akibat penumpukan gas metana yang tinggi berpotensi meledak. Sehingga apabila dilakukan pemanfaatan gas metana yang dapat distribusikan untuk kebutuhan masyarakat sekitar TPA tentunya harus diketahui potensi produksi gas metana untuk beberapa tahun mendatang. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan potensi produksi gas metana untuk delapan tahun mendatang sesuai dengan sisa umur TPA Toisapu. Perhitungan potensi produksi gas metana menggunakan proyeksi timbulan sampah yang masuk ke TPA Toisapu, diketahui bahwa tahun 2018 jumlah sampah yang masuk ke TPA Toisapu adalah sebesar **58.535,2 ton/tahun**, sehingga dengan timbulan sampah tahunan ini maka didapatkan timbulan sampah harian sebesar 160.370 kg/hari. Berdasarkan timbulan sampah harian ini maka didapatkan jumlah sampah yang dihasilkan per orang dengan pembagian antara jumlah timbulan sampah yang masuk ke TPA dengan jumlah penduduk Kota Ambon Tahun 2018. Timbulan sampah per orang per hari di Kota Ambon adalah sebesar 0,40 kg/hari/kap. Asumsi ini kemudian digunakan untuk mengetahui proyeksi timbulan sampah di TPA Toisapu Kota Ambon 8 tahun mendatang dengan menyesuaikan pada proyeksi penduduk Kota Ambon tahun 2019-2026.

Berikut adalah proyeksi timbulan sampah di TPA Toisapu yang dapat digunakan untuk perhitungan potensi produksi gas metana di TPA Toisapu dalam 8 tahun mendatang.

Tabel 4.33

Proyeksi Timbulan Sampah TPA Toisapu

Tahun	Jumlah Penduduk	Timbulan Sampah	Timbulan Sampah	Reduksi Sampah oleh Petugas TPA dan Pemulung
-------	-----------------	-----------------	-----------------	--

	(Jiwa)	(Kg/hari)	(Ton/tahun)	
2019	484488	193795	70735	9,19 %
2020	504591	201836	73670	
2021	525529	210211	76727	
2022	547335	218934	79911	
2023	570047	228018	83226	
2024	593700	237480	86680	
2025	618336	247334	90277	
2026	643993	257597	94023	

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.33** diketahui bahwa tiap tahun seiring dengan peningkatan jumlah penduduk maka jumlah timbunan sampah di TPA Toisapu tahun 2018-2026 juga mengalami peningkatan, hal ini juga akan berpengaruh pada besar produksi gas metana yang dihasilkan. Maka dari itu untuk menghitung besar potensi produksi gas metana di TPA Toisapu menggunakan proyeksi timbunan sampah TPA Toisapu Kota Ambon tahun 2019-2026 yang disesuaikan dengan rumus potensi produksi gas metana menurut IPCC Tahun 2006. Perhitungan potensi produksi gas metana pada penelitian ini terhitung dari tahun 2019 hingga 2026 menyesuaikan sisa umur TPA yang berakhir pada tahun 2026. Perhitungan ini menggunakan data jumlah sampah kertas, sisa makanan, dan sampah taman dan kebun yang sudah tereduksi dari kegiatan reduksi oleh petugas TPA dan pemulung. Nilai reduksi sampah dapat dilihat pada **Tabel 4.20**. Sehingga didapatkan potensi produksi gas metana berdasarkan masing-masing jenis sampah di TPA Toisapu tahun 2019-2026 adalah sebagai berikut.

Tabel 4.34

Potensi Produksi Gas Metana Sampah Kertas di TPA Toisapu Tahun 2019-2026

Tahun	Jumlah Sampah (Ton)	MCF (Ton/tahun)	DDOC _m (Ton/tahun)	DDOC _{maT} (Ton/tahun)	DDOC _{mdecom} (Ton/tahun)	F	CH ₄ (Ton/tahun)
2019	5686,2	0,5	568,6	3307,9	114,14	0,5	84,9
2020	5922,2	0,5	592,2	3767,8	132,32	0,5	98,4
2021	6168	0,5	616,8	4233,9	150,71	0,5	112,1
2022	6423,9	0,5	642,4	4706,9	169,36	0,5	126
2023	6690,4	0,5	669	5187,7	188,28	0,5	140,1
2024	6968,1	0,5	696,8	5677	207,51	0,5	154,4
2025	7257,2	0,5	725,7	6175,6	227,08	0,5	168,9
2026	7558,3	0,5	755,8	6684,4	247,02	0,5	183,8
Total							1.068

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.34** diperoleh bahwa potesi produksi gas metana dari sampah kertas di TPA toisapu Tahun 2019-2026 adalah sebesar 1.068 ton atau 1.068.686 kg.

Tabel 4.35

Potensi Produksi Gas Metana Sampah Taman dan Kebun di TPA Toisapu Tahun 2019-2026

Tahun	Jumlah Sampah (Ton)	MCF (Ton/tahun)	DDOC _m (Ton/tahun)	DDOC _{maT} (Ton/tahun)	DDOC _{mdecom} (Ton/tahun)	F	CH ₄ (Ton/tahun)
2019	10846	0,5	813,5	4402,1	229,06	0,5	170,4

2020	11296	0,5	847,2	4985,2	264,12	0,5	196,5
2021	11765	0,5	882,4	5568,5	299,11	0,5	222,5
2022	12253	0,5	919,0	6153,4	334,11	0,5	248,6
2023	12762	0,5	957,1	6741,3	369,20	0,5	274,7
2024	13291	0,5	996,9	7333,7	404,48	0,5	300,9
2025	13843	0,5	1038,2	7931,9	440,02	0,5	327,4
2026	14417	0,5	1081,3	8537,2	475,91	0,5	354,1
Total							2.095,1

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.35** diperoleh bahwa potensi produksi gas metana dari sampah taman dan kebun di TPA Toisapu Tahun 2019-2026 adalah sebesar 2.095,1 ton atau 2.095.115 kg.

Tabel 4.36

Potensi Produksi Gas Metana Sampah Sisa Makanan di TPA Toisapu Tahun 2019-2026

Tahun	Jumlah Sampah (Ton)	MCF (Ton/tahun)	DDOC _m (Ton/tahun)	DDOC _{maT} (Ton/tahun)	DDOC _{mdecom} (Ton/tahun)	F	CH ₄ (Ton/tahun)
2019	12384	0,5	464,4	2342,1	163,3	0,5	121,5
2020	12898	0,5	483,7	2638,4	187,4	0,5	139,4
2021	13433	0,5	503,7	2931,1	211,1	0,5	157,0
2022	13990	0,5	524,6	3221,2	234,5	0,5	174,5
2023	14571	0,5	546,4	3509,9	257,7	0,5	191,7
2024	15175	0,5	569,1	3798,2	280,8	0,5	208,9
2025	15805	0,5	592,7	4087,1	303,9	0,5	226,1
2026	16461	0,5	617,3	4377,4	327,0	0,5	243,3
Total							1.462,3

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.36** diperoleh bahwa potensi produksi gas metana dari sampah sisa makanan di TPA Toisapu Tahun 2019-2026 adalah sebesar 1.462,3 ton atau 1.462.350 kg.

Tabel 4.37

Potensi Produksi Gas Metana Sampah Kayu di TPA Toisapu Tahun 2019-2026

Tahun	Jumlah Sampah (Ton)	MCF (Ton/tahun)	DDOC _m (Ton/tahun)	DDOC _{maT} (Ton/tahun)	DDOC _{mdecom} (Ton/tahun)	F	CH ₄ (Ton/tahun)
2019	1202	0,5	129,27	809,88	13,89	0,5	9,5
2020	1252	0,5	134,63	928,32	16,20	0,5	11,1
2021	1304	0,5	140,22	1049,97	18,57	0,5	12,7
2022	1358	0,5	146,04	1175,01	21,00	0,5	14,4
2023	1415	0,5	152,10	1303,61	23,50	0,5	16,1
2024	1473	0,5	158,41	1435,94	26,07	0,5	17,9
2025	1535	0,5	164,98	1572,21	28,72	0,5	19,7
2026	1598	0,5	171,83	1712,59	31,44	0,5	21,5
Total							122,9

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.37** diperoleh bahwa potensi produksi gas metana dari sampah kayu di TPA Toisapu Tahun 2019-2026 adalah sebesar 122,9 ton atau 122.941 kg.

Tabel 4.38

Potensi Produksi Gas Metana Sampah Tekstil di TPA Toisapu Tahun 2019-2026

Tahun	Jumlah Sampah	MCF	DDOC _m	DDOC _{maT}	DDOC _{mdecom}	F	CH ₄ (ton)
-------	---------------	-----	-------------------	---------------------	------------------------	---	-----------------------

	(Ton)	(Ton/tahun)	(Ton/tahun)	(Ton/tahun)	(Ton/tahun)		
2019	1132	0,5	67,91	395,03	13,63	0,5	9,3
2020	1179	0,5	70,72	449,95	15,80	0,5	10,8
2021	1228	0,5	73,66	505,61	18,00	0,5	12,3
2022	1278	0,5	76,71	562,10	20,22	0,5	13,9
2023	1332	0,5	79,90	619,52	22,48	0,5	15,4
2024	1387	0,5	83,21	677,95	24,78	0,5	17,0
2025	1444	0,5	86,67	737,50	27,12	0,5	18,6
2026	1504	0,5	90,26	798,26	29,50	0,5	20,2
Total							117,6

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.38** diperoleh bahwa potensi produksi gas metana dari sampah tekstil di TPA Toisapu Tahun 2019-2026 adalah sebesar 117,6 ton atau 117.559 kg.

Tabel 4.39

Potensi Produksi Gas Metana Sampah *Nappies* di TPA Toisapu Tahun 2019-2026

Tahun	Jumlah Sampah (Ton)	MCF (Ton/tahun)	DDOC _m (Ton/tahun)	DDOC _{maT} (Ton/tahun)	DDOC _{mdecom} (Ton/tahun)	F	CH ₄ (Ton/tahun)
2019	2334,2	0,5	140,06	757,90	39,44	0,5	27,0
2020	2431,1	0,5	145,87	858,30	45,47	0,5	31,2
2021	2532,0	0,5	151,92	958,72	51,50	0,5	35,3
2022	2637,0	0,5	158,22	1059,42	57,52	0,5	39,4
2023	2746,4	0,5	164,79	1160,64	63,57	0,5	43,6
2024	2860,4	0,5	171,63	1262,63	69,64	0,5	47,7
2025	2979,1	0,5	178,75	1365,62	75,76	0,5	51,9
2026	3102,7	0,5	186,17	1469,85	81,94	0,5	56,2
Total							332,3

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.39** diperoleh bahwa potensi produksi gas metana dari sampah tekstil di TPA Toisapu Tahun 2019-2026 adalah sebesar 332,3 ton atau 332.270 kg.

Sehingga dari hasil perhitungan masing-masing jenis sampah maka dapat diakumulasikan total potensi produksi gas metana yang terdapat di TPA Toisapu dari jumlah sampah tahun 2019-2026 adalah sebagai berikut:

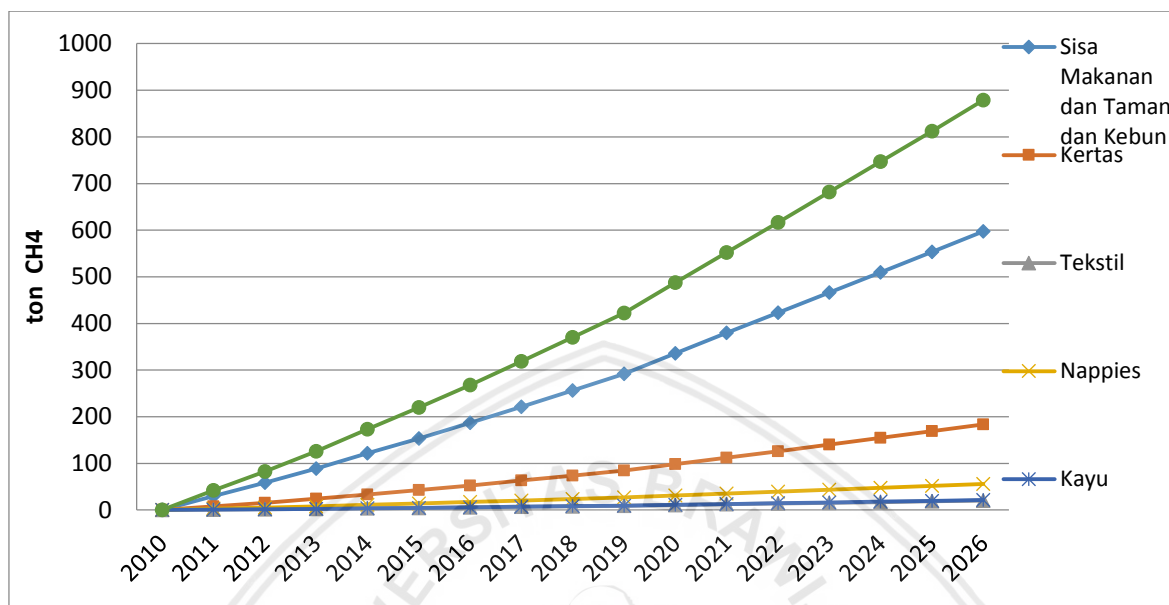
Tabel 4.40

Potensi Produksi Gas Metana di TPA Toisapu Tahun 2019-2026

Tahun	Jumlah Produksi Gas Metana (Ton/tahun)						Total
	Kertas	Sampah Taman dan Kebun	Sisa Makanan	Kayu	Tekstil	<i>Nappies</i>	
2019	84,9	170,4	121,5	9,5	9,3	27,0	422,6
2020	98,4	196,5	139,4	11,1	10,8	31,2	487,4
2021	112,1	222,5	157,0	12,7	12,3	35,3	551,9
2022	126	248,6	174,5	14,4	13,9	39,4	616,8
2023	140,1	274,7	191,7	16,1	15,4	43,6	681,6
2024	154,4	300,9	208,9	17,9	17,0	47,7	746,8
2025	168,9	327,4	226,1	19,7	18,6	51,9	812,6
2026	183,8	354,1	243,3	21,5	20,2	56,2	879,1
Total	1.068	2.095,1	1.462,3	122,9	117,6	332,3	5198

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Dari **Tabel 4.40** jumlah potensi produksi gas metana tahun 2019-2026 sebesar 5.198 ton atau 5.198.922 kg. Jika dibuatkan grafik untuk memperlihatkan besar kenaikan potensi produksi gas metana di TPA Toisapu dari tahun 2008-2026 sebagai berikut.



Gambar 4.17 Grafik Potensi Produksi Gas Metana TPA Toisapu Tahun 2008-2026

Pola produksi gas metana yang ditampilkan pada **Gambar 4.17**, diperoleh potensi produksi gas metana dari jenis sampah organik yang ada di TPA Toisapu dari tahun 2008-2026 adalah sebesar 6.800 ton atau 6.800.292 kg. Produksi metana yang semakin meningkat dikarenakan potensi produksi metan dari sampah yang ditimbun pada tahun-tahun sebelumnya, dan diasumsikan akan semakin meningkat hingga operasi sampah di TPA dihentikan. Dengan kenyataan seperti ini potensi produksi gas metana dapat dimanfaatkan untuk pemanfaatan energi alternative berupa penggunaan bahan bakar memasak di TPA Toisapu dan permukiman di sekitar TPA Toisapu. Masyarakat sekitar yang merupakan masyarakat dari Dusun Ama Ory Desa Hutumuri Kota Ambon terdiri dari 401 KK dengan seluruh penduduknya menggunakan minyak tanah sebagai energi bahan bakar memasak. Apabila dapat dirincikan biaya dan besar penghematan biaya penggunaan gas metana maka dapat menjadi pertimbangan bagi masyarakat untuk dilakukan pergantian energi bahan bakar memasak.

Apabila disimpulkan dari hasil analisis potensi produksi gas metana dengan metode IPCC Tahun 2006, produksi gas metana di TPA Toisapu selama 2019-2026 dalam satuan m^3 adalah sebagai berikut.

Tabel 4.41

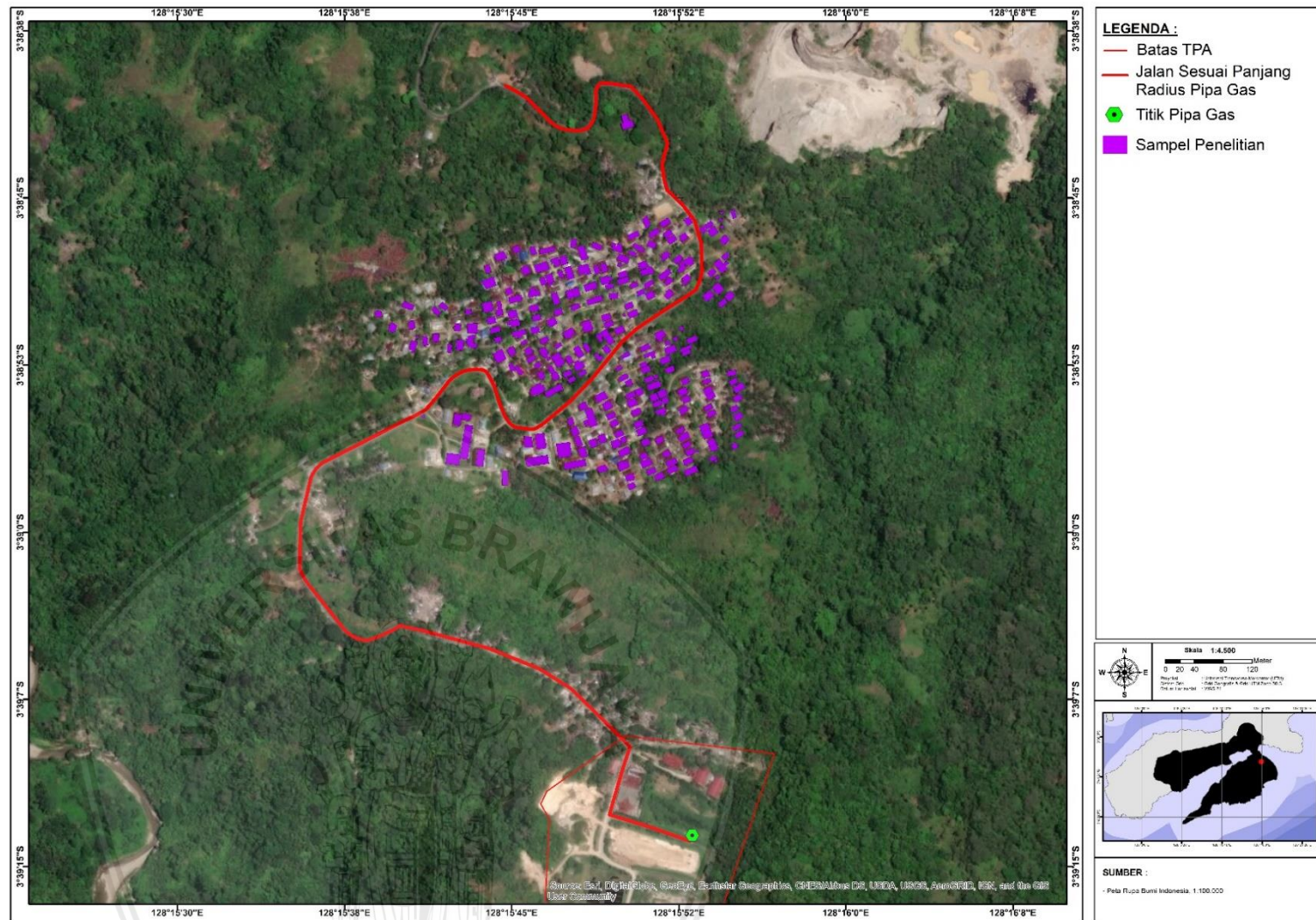
Produksi Gas Metana di TPA Toisapu 2019-2026

Tahun	Produksi Gas Metana
-------	---------------------

	m ³
2019	644.369
2020	743.063
2021	841.553
2022	940.105
2023	1.038.977
2024	1.138.422
2025	1.238.686
2026	1.340.011
Total	7.925.185

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.41** potensi produksi gas metana di TPA Toisapu selama 2019-2026 adalah sebesar **7.925.185 m³** yang dihasilkan dari proses degradasi sampah kertas, kayu, sampah sisa makan, taman dan kebun, tekstil dan *nappies*. Melihat jumlah produksi gas metana dan setiap tahunnya mengalami peningkatan, maka apabila dikembangkan pemanfaatan gas metana yang manfaatnya dapat dirasakan masyarakat sekitar maka terlebih dahulu harus mengetahui seberapa besar produksi gas metana yang dapat digunakan masyarakat sekitar TPA. Penelitian ini dilakukan pada masyarakat Dusun Ama Ory sebagai sasaran penerima manfaat pemanfaatan gas metana oleh TPA Toisapu Kota Ambon dikarenakan masyarakat Dusun Ama Ory merupakan masyarakat yang berada disekitar TPA Toisapu yang berjarak 870 m dari TPA. Dusun Ama Ory terdiri dari 401 KK dan terdapat 257 bangunan yang 251 bangunan diantaranya adalah bangunan perumahan dan 6 lainnya adalah sarana. Pada penelitian ini menggunakan 251 responden yang berdasarkan pada jangkauan radius pelayanan blower gas metana yaitu sejauh 2 km.



Gambar 4.18 Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana



Gambar 4.19 Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 1



Gambar 4.20 Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 2



Gambar 4.21 Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 3



Gambar 4.22 Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 4



Gambar 4.23 Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 5



Gambar 4.24 Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 6



Gambar 4.25 Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 7



Gambar 4.26 Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 8



Gambar 4.27 Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 9



Gambar 4.28 Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 10



Gambar 4.29 Peta Radius Jangkauan Pelayanan Gas Metana Blad 11

Dari hasil survei penggunaan rata-rata per rumah untuk bahan bakar memasak setiap bulan adalah sebesar 24 liter minyak tanah yang apabila di konversikan ke gas metana menjadi 78 m³ gas metana. Selain penggunaan dari masyarakat pada kondisi eksisting pemanfaatan gas metana sudah diterapkan pada kawasan TPA Toisapu sebagai bahan bakar memasak yang setiap bulannya penggunaanya sebesar 30 L minyak tanah atau 96,7 m³ gas metana. Sehingga apabila dibandingkan potensi produksi gas metana dan kebutuhan masyarakat akan bahan bakar memasak maka kemampuan pelayanan gas metana TPA Toisapu pada tahun pertama adalah sebagai berikut.

Tabel 4.42
Kemampuan Pelayanan Gas Metana TPA Toisapu Tahun 2019

Tahun	Potensi produksi Gas Metana (m ³ /tahun)	Kebutuhan bahan bakar memasak jika menggunakan Gas Metana (m ³ /tahun)		Sisa produksi Gas Metana	Ket.
		Masyarakat	TPA Toisapu		
2019	644.369	117.468	360	526.541	Potensi produksi gas metana mampu melayani 251 rumah yang terdapat di Dusun Ama Ory

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan **Tabel 4.42** potensi produksi gas metana yang dihasilkan di TPA Toisapu pada tahun pertama sebesar 644.369 m³ dan dapat melayani TPA Toisapu dan 251 rumah disekitar TPA. Dengan kebutuhan akan bahan bakar memasak per rumah per hari sebesar 1,3 m³ dan kebutuhan per tahun sebanyak 117.828 m³ maka 18,2% dari besar potensi produksi gas metana tahun 2019 sudah mencukupi seluruh rumah yang terdapat pada sekitar TPA.

4.6 Perhitungan Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah

Berbagai komponen sampah menyimpan potensi yang dapat dimanfaatkan kembali, diolah atau menghasilkan produk baru melalui proses *recovery* atau *recycling*. Salah satu potensi sampah yang dapat dimanfaatkan kembali dilakukan oleh para pemulung dan petugas TPA.

4.6.1 Pemulung

Pemulung memilah sampah anorganik di TPA kemudian dijual ke pengepul, sampah-sampah kemudian akan dijual ke pabrik daur ulang dan di daur ulang atau diolah menjadi barang siap pakai. Pemulung yang terdapat di TPA Toisapu sebanyak 178 orang.

Pemulung melakukan kegiatan pemilahan sampah di TPA Toisapu setiap hari dari pukul 04.00 WIT-16.00 WIT menyesuaikan waktu truk pengangkut sampah yang masuk ke TPA. Pemulung di TPA Toisapu dalam melakukan kegiatan pemilahan sampah terbagi menjadi dua, yaitu pemulung yang menggunakan moda dan tanpa moda. Pemulung yang menggunakan moda terbagi menjadi bermotor (motor sampah,dll) dan nonmotor (becak, sepeda,dll) dan pemulung tanpa moda hanya mengandalkan tenaga misalnya berjalan kaki maupun mendorong gerobak. Setelah sampah dipilah dan dikumpulkan oleh pemulung, sampah kemudian disetor ke pengepul daur ulang sampah yang berlokasi tidak jauh dari TPA Toisapu. Berdasarkan hasil wawancara dengan para pengepul $\pm$ 15-20 ton/hari sampah anorganik yang masuk ke Pengepul dan kemudian disetor ke pabrik daur ulang. Sampah yang dipilah oleh pemulung di TPA Toisapu adalah sampah-sampah yang memiliki nilai ekonomis. Nilai ekonomis yang dimaksudkan adalah nilai jumlah sampah oleh pemulung dari hasil pemilahan sampah yang kemudian disetor ke pengepul. Sampah anorganik yang dipilah pemulung di TPA Toisapu antara lain sampah plastik, kertas, sampah logam dan kaca. Sampah plastik seperti botol plastik, gelas bening plastik, plastik kemasan bekas, dan plastik kresek bekas. Sampah logam seperti sampah kaleng dan aluminium/besi. Sampah kertas seperti kardus dan kertas bekas buku/majalah/koran dan sampah kaca seperti botol kaca. Jenis sampah anorganik yang dikumpulkan pemulung memiliki nilai jual berbeda-beda. Semakin banyak sampah yang dikumpulkan dengan menyesuaikan harga jenis sampah tentu nilai ekonominya semakin besar. Nilai ekonomi yang didapatkan bermanfaat bagi para pemulung sebagai tambahan pendapatan. Untuk mengetahui nilai ekonomi dari kegiatan pemilahan yang dilakukan pemulung diperlukan besar jumlah sampah per masing-masing jenis sampah yang dipilah pemulung.

Berikut merupakan data jumlah sampah yang dipilah pemulung selama tujuh hari pengamatan.

Tabel 4.43
Jumlah Sampah yang dipilah Pemulung per orang

Hari	Jumlah Sampah (Kg/hari)								
	Plastik			Logam			Kertas	Kaca	
	Plastik Kemasan Bekas	Gelas Bening Bekas	Plastik Kresek Bekas	Botol	Kaleng Bekas	Aluminium	Kardus	Kertas	Botol Kaca
1	4,9	6,4	5	14,7	6,1	3,5	4,6	5,0	7,4
2	4,7	5,9	3,3	13,7	6,1	3	5,4	5,3	9,3
3	4,1	6,6	2,2	11,6	8,5	4,0	4,9	4,6	8,9
4	3,8	6,9	2,1	11,8	5,5	5,3	4,5	4,5	9,2
5	4,3	6,7	2,4	12,5	5,2	5,1	4,6	4,9	8,9
6	4,7	8,2	2,7	14,9	5,7	6,6	4,1	4,0	9,5

7	4,1	6,7	2,5	12,5	5,1	6,7	4,0	4,6	8,2
Rata-rata	4,4	6,8	2,9	13,1	6,0	4,9	4,6	4,7	8,8

Sumber: Hasil Survei, 2019

Dengan menggunakan harga komponen sampah anorganik yang dapat didaur ulang dari pengepul dan menyesuaikan rata-rata per hari jumlah sampah yang dipilah pemulung, maka nilai ekonomi sampah di TPA Toisapu dapat diperkirakan sebagai berikut.

Tabel 4.44

Estimasi Nilai Ekonomi Sampah Pemulung per orang

Jenis Sampah	Input		Output	
	Rataan Sampah yang dipilah pemulung	Jumlah sampah yang dipilah pemulung (kg/bln)*	Harga (Rp/Kg)	Nilai ekonomi (Rp)**
Plastik				
Plastik Kemasan Bekas	4,4	133	100	13300
Gelas Bening Bekas	6,8	205	3000	615000
Plastik Kresek Bekas	2,9	88	500	44000
Botol	13,1	394	2200	866800
Jumlah				1.539.100
Logam				
Kaleng Bekas	6,0	182	1100	200200
Aluminium	4,9	148	10000	1480000
Jumlah				1.680.200
Kertas				
Kardus	4,6	138	1300	179400
Kertas Bekas	4,7	143	1500	214500
Jumlah				393900
Kaca				
Botol Kaca	8,8	264		105600
Total				3.718.800

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

*Jumlah Sampah yang dipilah Pemulung perbulan: Rataan Sampah yang dipilah pemulung per hari x 30

**Nilai Ekonomi: Jumlah Sampah yang dipilah Pemulung (Kg/bln) x Harga dari agen pengepul

Potensi total nilai ekonomi sampah anorganik pemulung TPA Toisapu per orangnya per bulan yaitu sebesar Rp. 3.718.800 dengan total jumlah sampah yang harus dipilah per bulan sebanyak 1695 Kg/bulan. Jenis sampah aluminium memiliki nilai ekonomi paling tinggi yaitu sebesar Rp1.680.200, sehingga memang pada kondisi eksistingnya pemulung lebih mengutamakan sampah jenis logam untuk dipilah karena memiliki nilai jual yang paling tinggi diantara jenis sampah yang lain. Berdasarkan tabel diatas memperlihatkan estimasi nilai ekonomi yang didapatkan masing-masing pemulung. Dari hasil pengamatan yang dilakukan selama 7 hari dari 178 orang pemulung yang terdaftar di TPA Toisapu, rata-rata pemulung yang melakukan kegiatan pemilahan di TPA sebanyak 29 orang per hari dan menyeter ± 15-20 ton sampah ke pengepul setiap harinya. Maka dapat disimpulkan bahwa keberadaan pemulung untuk mengambil sampah organik di TPA Toisapu sangat

berkontribusi terhadap kebersihan lingkungan, mengurangi volume sampah di TPA, berpengaruh pada masa pakai TPA dan tentunya berpotensi ekonomis untuk para pemulung.

4.6.2 Petugas TPA

Selain kegiatan pengolahan sampah oleh pemulung, terdapat kegiatan pengolahan yang dilakukan petugas TPA dimana kegiatan pengolahan tersebut yaitu mengubah sampah organik berupa sampah sisa makanan dan sampah taman dan kebun menjadi pupuk kompos. Waktu yang diperlukan untuk pembuatan kompos mulai dari kegiatan pemilahan, pencacahan, pembalikan, pencacahan ulang, pengeringan sampai pengemasan kompos siap jual rata-rata memakan waktu 2 minggu. Pupuk kompos yang sudah siap jual dikemas dalam kantong atau karung plastik dengan berat 5 kg per kemasan yang harga per kg sebesar Rp.800. Hasil dari penjualan pupuk kompos dimasukkan ke kas TPA untuk operasional kegiatan pengolahan sampah.

Berikut merupakan rata-rata sampah organik yang dipilah oleh petugas TPA per hari.

Tabel 4.45

Jumlah Sampah Organik yang dipilah Petugas TPA

Hari	Jumlah Sampah (Kg/hari) Organik
1	13,2
2	11,3
3	13,5
4	8,6
5	10,,6
6	10,7
7	12,2
Rata-rata	11,4

Sumber: Hasil Survei, 2019

Menurut Isroi (2008) dalam proses pengomposan akan terjadi penyusutan volume maupun biomassa bahan. Penyusutan dapat mencapai 30% dari volume atau bobot awal bahan. Dengan menggunakan harga jual per kg kompos dan jumlah sampah organik yang dipilah petugas TPA, maka nilai ekonomi sampah organik di TPA Toisapu dapat diperkirakan sebagai berikut.

Tabel 4.46

Estimasi Nilai Ekonomi Sampah Organik menjadi Kompos

Jenis Sampah	Input		Output		Harga (Rp/Kg)	Nilai ekonomi (Rp/bln)**
	Jumlah Sampah yang dipilah Petugas TPA (kg/hari)	Jumlah sampah yang dipilah (kg/minggu)*	Jumlah Pupuk Kompos (Kg/2 minggu)	Jumlah Pupuk Kompos (Kg/bulan)		
Organik	136,8	957,6	287,28	574,56	800	459.648
Total				Per tahun		5.515.776

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Potensi total nilai ekonomi sampah organik TPA Toisapu yang berupa pupuk kompos per bulan yaitu sebesar Rp. 459.648 dengan total jumlah sampah yang harus dipilah per hari sebanyak 136,8 kg. Pengerjaan pupuk kompos dengan asumsi 1 minggu pertama pengumpulan sampah yang dipilah kemudian dilakukan proses pencacahan dan minggu kedua dilakukan pengolahan dan pengemasan. Apabila sampah yang dikumpul pada minggu pertama sebanyak 957,6 dan asumsi penyusutan 30% maka dengan demikian sampah paling sedikit terdapat 287,28 kg/ 2 minggu sampah organik yang menjadi pupuk kompos. Berdasarkan kondisi eksisting di TPA Toisapu terdapat 3 mesin komposter namun 2 mesin mengalami kerusakan. Produksi kompos menggunakan 1 mesin sehingga apabila diasumsikan jika menggunakan 3 mesin maka estimasi hasil kompos yang dapat dihasilkan per bulan adalah sebesar 574,56 kg/bln dikali 3 yaitu 1.723,68 kg/bln.

4.7 Perhitungan Manfaat Ekonomi Pemanfaatan Gas Metana

Umumnya gas yang terbentuk akibat aktivitas di TPA berupa gas karbondioksida dan gas metana yang berpotensi dalam proses pemanasan global. Timbunan sampah yang semakin tinggi di TPA tanpa pengolahan lebih lanjut dapat menimbulkan emisi CH₄ yang semakin besar (Wijayanti, 2013). Sehingga perlu dilakukan pengendalian terhadap gas-gas tersebut, dalam hal ini gas metana agar tidak terlepas bebas ke atmosfer. Pada tahun 2017 hingga saat ini pengendalian terhadap gas metana di TPA Toisapu sudah diberlakukan namun belum dilakukan secara optimal. Pemanfaatan gas metana sudah diterapkan dan digunakan sebagai bahan bakar memasak dan energi listrik untuk menyalakan lampu taman di TPA Toisapu. Sehingga apabila dikembangkan tentunya pemanfaatan ini dapat juga dirasakan oleh masyarakat sekitar TPA, sebelum itu dilakukan perhitungan untuk mengetahui potensi produksi gas metana yang terdapat di TPA Toisapu agar dapat dilakukan perhitungan untuk dikembangkan pemanfaatannya dirasakan oleh masyarakat sekitar TPA.

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan pada masyarakat Dusun Ama Ory yang merupakan masyarakat sekitar TPA didapatkan penggunaan bahan bakar memasak dan pengeluaran yang dikeluarkan untuk bahan bakar memasak adalah sebagai berikut.

Tabel 4.47

Penggunaan dan Pengeluaran Bahan Bakar Memasak Masyarakat Dusun Ama Ory

Jumlah Responden	Bahan Bakar Memasak	Penggunaan Bahan Bakar Memasak			Pengeluaran Bahan Bakar Memasak		
		<25 L	25 L	>25 L	<Rp.150.000	Rp. 150.000	> Rp. 150.000
251	Minyak Tanah	38,6%	35,4%	25,8%	38,6%	35,4%	25,8%
Rata-rata			24,2 L			Rp. 145.338	

Sumber: Hasil Survei, 2019

Dari data **Tabel 4.47** diketahui bahwa dari 251 jumlah responden yang di wawancarai berdasarkan jumlah rumah yang terdapat di Dusun Ama Ory, seluruh masyarakat menggunakan minyak tanah sebagai bahan bakar memasak dengan rata-rata penggunaan bahan bakar memasak per bulan sebanyak 24,2 L per rumah dan mengeluarkan biaya sebesar Rp. 145338. Wahyuni (2013) menyatakan bahwa biogas dapat menyalakan bunga api dengan energi 6.400 – 6.600 kcal/m³. Kandungan 1 m³ biogas setara dengan energi 0,62 liter minyak tanah, 0,46 liter elpiji, kemudian 0,52 liter minyak solar, 0,08 liter bensin dan 3,5 kg kayu bakar. Zhang et al. (1997) di muat dalam Hermawan. B, dkk. (2007) mengatakan bahwa biogas yang dihasilkan mengandung gas metana sebesar 50% volume dan gas karbondioksida 20 % volume. Sehingga 1 m³ biogas = 0,5 m³ gas metan = 0,31 liter minyak tanah. Sutriyono (2010) mengatakan bahwa jumlah biaya 1 lt minyak tanah = Rp 6.000, sebanding dengan; 1 kg gas LPG = Rp 4.500,- sebanding dengan; 5 m³ gas metana = Rp 1.200. Dengan penggunaan per bulan rata-rata masyarakat Dusun Ama Ory terdapat pada tabel diatas, maka diasumsikan selanjutnya sebagai berikut:

Penggunaan minyak tanah:

1 Bulan = 24,2 L = Rp 145.338

2 Minggu = 12,1 L = Rp 72.669

Per Hari = Rp 4.844

Penggunaan gas metana:

1 Bulan = 78 m³ = Rp. 18.720

2 Minggu = 39 m³ = Rp. 9.360

Per hari = 2,6 m³ = Rp. 668

Dapat dilihat pada **Tabel 4.42** kemampuan pelayanan gas metana pada tahun pertama mampu melayani seluruh rumah yang terdapat di Dusun Ama Ory. Potensi produksi gas metana yang dihasilkan di TPA Toisapu pada tahun pertama sebesar 644.369 m³ sedangkan untuk melayani 251 rumah dan TPA Toisapu hanya memerlukan 18,2% dari total potensi produksi gas metana yang dihasilkan. Setelah mengetahui kemampuan pelayanan gas metana maka dapat dihitung manfaat ekonomi yang dirasakan masyarakat sekitar TPA Toisapu apabila menggunakan gas metana dengan membandingkan penggunaan bahan bakar memasak masyarakat Dusun Ama Ory saat menggunakan minyak tanah dan apabila menggunakan gas metana yang dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 4.48

Perbandingan Penggunaan dan Pengeluaran Bahan Bakar Memasak

Jenis Bahan Bakar	Penggunaan Bahan Bakar Memasak	Pengeluaran Bahan Bakar Memasak
Minyak Tanah	24,2 L	Rp. 145.338

Gas Metana	78 m ³	Rp. 18.720
Selisih		Rp. 126.618

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Berdasarkan dari **Tabel 4.48** diketahui bahwa, pengeluaran bahan bakar memasak minyak tanah per bulan sebesar Rp. 145.338 sedangkan estimasi pengeluaran bahan bakar memasak masyarakat dengan menggunakan gas metana adalah sebesar Rp. 18.720, apabila masyarakat Dusun Ama Ory menggunakan bahan bakar gas metana untuk kebutuhan memasaknya tentunya dapat menghemat pengeluaran bahan bakar memasak sebesar Rp. 126.618 dari pengeluaran saat menggunakan minyak tanah. Biaya sebesar Rp. 18.720 merupakan biaya yang dikeluarkan masyarakat dan menjadi pemasukan untuk TPA Toisapu, dengan asumsi 251 rumah yang terdapat di Dusun Ama Ory maka TPA Toisapu dapat mendapatkan keuntungan setiap bulan sebesar Rp. 4.698.720 atau Rp. 56.384.640 per tahun.

4.8 Rekomendasi

Rekomendasi penelitian Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik TPA Toisapu diambil dari analisis mass balance, analisis potensi produksi gas metana, dan analisis manfaat ekonomi. Berikut merupakan rekomendasi dari analisis-analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini.

1. Berdasarkan hasil analisis *mass balance* terdapat dua pelaku dalam melakukan kegiatan reduksi sampah yaitu pemulung dan petugas TPA. Adanya rekomendasi ini berupa alat pemilah sampah berdasarkan jenis agar dapat memudahkan para pelaku pemilah sampah dalam melakukan kegiatan pemilahan. Kegiatan reduksi sampah harus dimaksimal untuk seluruh anggota pemulung dan petugas TPA agar sampah di TPA dapat dikurangi.
2. Berdasarkan hasil analisis potensi produksi gas metana diketahui potensi produksi gas metana yang dihasilkan di TPA Toisapu pada tahun pertama sebesar 644.369 m³ sedangkan untuk melayani 251 rumah dan TPA Toisapu hanya memerlukan 18,2% dari total potensi produksi gas metana yang dihasilkan. Maka dengan potensi produksi gas metana yang dapat melayani seluruh rumah disekitar TPA seharusnya dapat menjadi acuan untuk dilakukannya pengembangan pemanfaatan gas metana agar dapat dirasakan masyarakat sekitar.
3. Pada hasil analisis manfaat ekonomi pengolahan sampah organik sisa makanan dan taman dan kebun menjadi kompos terdapat potensi jika pupuk kompos tersebut dijual. Berdasarkan data TPA Toisapu menjual pupuk kompos per kg sebesar Rp.800, hal ini dapat menjadi pemasukan untuk operasional TPA Toisapu. Apabila

dilakukan peningkatan harga tentunya dapat meningkatkan manfaat yang diterima pihak TPA.

4. Berdasarkan hasil analisis manfaat ekonomi pemanfaatan gas metana, masyarakat sekitar TPA dapat menghemat biaya untuk pengeluaran bahan bakar memasak perbulan yang awalnya Rp. 145.338 dengan menggunakan gas metana dari TPA Toisapu sebagai bahan bakar memasak maka masyarakat hanya perlu membayar sebesar Rp. 18.720 per bulan yang artinya masyarakat menghemat sebesar Rp 126.618 dari biaya awal sebelum menggunakan gas metana. Selain itu TPA Toisapu juga mendapatkan pemasukan per bulan untuk biaya penggunaan gas metana dari masyarakat sebesar Rp. 4.698.720 atau Rp. 56.384.640 per tahun.



BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Melalui hasil dan pembahasan penelitian Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik TPA Toisapu Kota Ambon yang telah dilakukan di bab empat, maka kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. **Reduksi Sampah**

Berdasarkan hasil analisis mass balance diperoleh tingkat reduksi sampah di TPA Toisapu sebesar 9,19% dengan kondisi tidak seluruh pemulung dan petugas TPA melakukan pemilahan setiap hari, apabila mengoptimalkan jumlah pemulung dan jumlah petugas TPA yang melakukan pemilahan sampah di TPA Toisapu maka potensi reduksi sampah di TPA Toisapu dapat meningkat sebesar 42,5%

2. **Produksi Gas Metana**

Potensi produksi gas metana yang dimiliki TPA Toisapu akibat penumpukan sampah organik tahun 2019-2026 sebanyak 5.198 ton atau 5.198.922 kg atau sama dengan 7.925.185 m³ yang dihasilkan dari proses degradasi sampah kertas, kayu, sampah sisa makan, taman dan kebun, tekstil dan nappies. Potensi produksi gas metan yang dihasilkan di TPA Toisapu pada tahun pertama sebesar 644.369 m³ dan dapat melayani TPA Toisapu dan 251 rumah disekitar TPA. Dengan kebutuhan akan bahan bakar memasak per rumah per hari sebesar 1,3 m³ dan kebutuhan per tahun sebanyak 117.828 m³ maka 18,2% dari besar potensi produksi gas metan tahun 2019 sudah mencukupi seluruh rumah yang terdapat pada sekitar TPA.

3. **Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Anorganik**

Hasil dari perhitungan nilai ekonomi pengolahan sampah anorganik yang dilakukan pemulung maka didapatkan potensi nilai ekonomi sampah anorganik yang didapatkan pemulung TPA Toisapu per orang per bulan yaitu sebesar Rp. 3.718.800 dengan total jumlah sampah yang harus dipilah per bulan sebanyak 1.695 Kg/bulan.

4. **Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik**

Pengeluaran bahan bakar memasak minyak tanah per bulan sebesar Rp. 145.338 sedangkan estimasi pengeluaran bahan bakar memasak masyarakat dengan

menggunakan gas metan adalah sebesar Rp. 18.720, apabila masyarakat Dusun Ama Ory menggunakan bahan bakar gas metan untuk kebutuhan memasaknya dapat menghemat pengeluaran bahan bakar memasak sebesar Rp.126.618 dari pengeluaran saat menggunakan minyak tanah. Sedangkan nilai ekonomi pengolahan sampah organik berupa kompos yang dilakukan petugas TPA sebesar Rp. 459.648 dengan total jumlah sampah yang dipilah per hari sebesar 136,8 kg.

5.2 Saran

Penelitian ini mengidentifikasi Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah Organik dan Anorganik TPA Toisapu Kota Ambon. Berdasarkan hasil penelitian ini terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan, berikut merupakan saran bagi pihak untuk pemerintah sebagai pemegang kebijakan, saran bagi masyarakat sebagai objek perencanaan, dan akaedemisi sebagai pelaku dalam penelitian lebih lanjut.

1. Pemerintah

Penelitian mengenai Manfaat Ekonomi Pengolahan Sampah dan Potensi Gas Metan di TPA Toisapu Kota Ambon dapat berpengaruh dalam pengembangan TPA dan masyarakat sekitar TPA seperti upaya untuk mengelola gas metan sehingga dapat meminimalisasi dampak negatif dari gas metan seperti kebakaran di TPA dsb. Diharapkan penelitian ini juga dapat membantu pemerintah untuk mengestimasi besar manfaat apabila diterapkan aturan pengolahan sampah dan gas metan bagi pemasukan TPA dan mengurangi jumlah sampah yang terdapat di TPA Toisapu. Untuk pengelola TPA dapat sebagai tolak ukur apabila ingin meningkatkan pendistribusian gas alternative ini agar dapat membantu perekonomian masyarakat dan lebih meningkatkan sosialisasi kepada masyarakat setempat agar masyarakat ikut terlibat dalam membantu pendistribusian gas alternatif tersebut.

2. Masyarakat

Masyarakat akan mengetahui besar manfaat ekonomi yang dirasakan apabila diterapkan pemanfaatan gas metan di TPA Toisapu. Dengan harapan masyarakat dapat berkontribusi dalam kegiatan pemanfaatan gas metan di TPA.

3. Akademisi

Bagi akademisi terdapat beberapa hal yang dapat menjadi acuan dalam melakukan penelitian selanjutnya seperti pemanfaatan gas metan sebagai sumber energy listrik maupun sebagai penggerak mesin dengan menggunakan variabel lain yang menyesuaikan pemanfaatan masing-masing energi. Untuk data timbulan sampah dan

potensi reduksi sampah dapat menjadi acuan untuk dilakukannya analisis atau penelitian yang mendalam terkait kinerja Instalasi Pengolahan Sampah Terpadu yang terdapat di TPA Toisapu Kota Ambon. Adapun dengan data-data karakteristik TPA toisapu dapat digunakan untuk mengevaluasi sistem pengelolaan sampah yang terdapat di TPA Toisapu sehingga dapat diketahui perbandingan antara kondisi eksisting dan standar yang seharusnya.

