

TA/TL/2023/

TUGAS AKHIR

**STUDI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) PADA
AKTIVITAS OPERASIONAL BANK SAMPAH DI
KABUPATEN GUNUNG KIDUL**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



FADHIL CESAREA KARUNIAWAN

19513077

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2023

TUGAS AKHIR

STUDI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) PADA
AKTIVITAS OPERASIONAL BANK SAMPAH DI
KABUPATEN GUNUNG KIDUL

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan

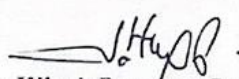


Disusun Oleh:

FADHIL CESAREA KARUNIAWAN

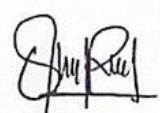
19513077

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng

NIK. 095130404

Tanggal: 17/10 '23

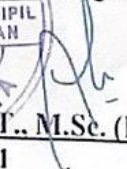

Elita Nurfitriyani Sulistyvo, S.T., M.Sc.

NIK. 185130402

Tanggal: 18/10 '23



Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Any Zahara, S.T., M.Sc. (Res.Eng), Ph.D

NIK. 045130401

Tanggal:

20/10-23

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) PADA
AKTIVITAS OPERASIONAL BANK SAMPAH DI
KABUPATEN GUNUNG KIDUL

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Rabu
Tanggal : 11 Oktober 2023

Disusun Oleh:


FADHIL CESAREA KARUNIAWAN
19513077

Tim Penguji:

Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng

()

Elita Nurfitriyani Sulistyvo, S.T., M.Sc.

()

Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.

()

LEMBAR PERNYATAAN

Di bawah ini saya menyatakan bahwasannya:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dan masukan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.
4. Program software computer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi,

Yogyakarta, 23 Oktober 2023
Yang membuat pernyataan,



Fadhil Cesarea Karuniawan
NIM : 19513077

PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatuallahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan dengan berjudul “Studi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada Aktivitas Operasional Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul” yang dilaksanakan sejak Maret 2023. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S1) dari Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan ini, penulis turut mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang membantu dan memberikan semangat, dukungan, dorongan, serta bimbingan dalam menyelesaikan laporan ini. Sehingga, pada kesempatan ini perkenankan peneliti menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak yang membantu dan memberikan semangat, dukungan, dorongan, serta bimbingan dalam menyelesaikan laporan ini. Sehingga, pada kesempatan ini perkenankan peneliti menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala rahmat yang diberikan, kemampuan dan kemudahan serta kelancaran yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Kedua orang tua saya, yang selalu memberikan doa dan dukungan agar diberikan kelancaran dalam menjalankan masa studi.
3. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan dan dukungan dalam penelitian dan penyusunan laporan.
5. Ibu Elita Nurfitriyani Sulistyono, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan serta memperbaiki kekurangan dalam penyusunan laporan.

6. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan yang sangat membantu dalam penelitian dan penyusunan laporan.
7. Seluruh dosen staf dan keluarga besar Teknik Lingkungan FTSP UII, yang sudah membantu, mengajar, dan mendukung selama menempuh perkuliahan ini.
8. Seluruh teman-teman yang selalu memberikan doa, dukungan serta semangat kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga kebaikan dan seluruh bantuan yang telah di berikan akan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak sekali kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan sehingga membuat laporan menjadi lebih baik lagi dan dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca ataupun penelitian selanjutnya. Amiin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, Oktober 2023

Fadhil Cesarea Karuniawan

ABSTRAK

Keberadaan sampah di Kabupaten Gunung Kidul tidak hanya mengganggu sistem sanitasi tetapi juga berpengaruh pada perubahan iklim. Adanya emisi Gas Rumah Kaca yang dihasilkan berupa CO₂, CH₄, dan N₂O menyebabkan terjadinya pemanasan global. Salah satu upaya pengelolaan sampah yang dilakukan yaitu dengan berdirinya bank sampah. Namun dibalik pengelolaan sampah dengan bank sampah terdapat potensi emisi Gas Rumah Kaca yang dihasilkan dari aktivitas bank sampah seperti pengangkutan sampah menggunakan kendaraan bermotor. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas operasional pada bank sampah yang menghasilkan gas rumah kaca berupa CO₂, CH₄, dan N₂O, serta menganalisis seberapa besar emisi gas rumah yang dihasilkan dan merencanakan skenario yang paling efektif dalam pengelolaan sampah guna mengurangi emisi yang dihasilkan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas operasional bank sampah yang berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca yaitu pada aktivitas pengangkutan. Aktivitas pengangkutan disini dilakukan menggunakan kendaraan yang menggunakan bahan bakar fosil. Terdapat aktivitas di luar bank sampah seperti pembakaran dan penimbunan sampah di TPA. Perhitungan hasil emisi mengacu pada IPCC Tier 1 dan Tier 2 dimana hasil perhitungan menunjukkan pada skenario pertama adalah aktivitas bank sampah menghasilkan emisi gas rumah kaca sebesar 7.360,341 kg CO₂(eq)/tahun, skenario TPA menghasilkan emisi gas rumah kaca sebesar 82.191,951 CO₂(eq)/tahun, dan Skenario pembakaran secara terbuka menghasilkan emisi 235.576,971 CO₂(eq)/tahun. Dari ketiga skenario yang lebih sedikit menghasilkan emisi yaitu pada aktivitas bank sampah dan emisi tertinggi yaitu pada aktivitas pembakaran secara terbuka.

Kata kunci : aktivitas, bank sampah, emisi, gas rumah kaca

ABSTRACT

The existence of waste in Gunung Kidul Regency not only disrupts the sanitation system but also affects climate change. The existence of Greenhouse Gas emissions produced in the form of CO₂, CH₄, and N₂O causes global warming. One of the waste management efforts carried out is the establishment of a waste bank. However, behind waste management with waste banks there is the potential for Greenhouse Gas emissions resulting from waste bank activities such as transporting waste using motor vehicles. This study aims to identify operational activities in waste banks that produce greenhouse gases in the form of CO₂, CH₄, and N₂O, as well as analyze how much house gas emissions are produced and plan the most effective scenarios in waste management to reduce the resulting emissions. The results of this study show that the operational activities of waste banks that have the potential to produce greenhouse gas emissions are in transportation activities. Transportation activities here are carried out using vehicles that use fossil fuels. There are activities outside the waste bank such as burning and landfilling. The calculation of emission results refers to IPCC Tier 1 and Tier 2 where the calculation results show that the first scenario is that waste bank activities produce greenhouse gas emissions of 7.360,341 kg CO₂ (eq) / year, the landfill scenario produces greenhouse gas emissions of 82.191,951 CO₂ (eq) / year, and the open combustion scenario produces emissions of 235.576,971 CO₂ (eq) / year. Of the three scenarios, the least emission is in waste bank activities and the highest emissions are in open burning activities.

Keywords: activities, emissions, greenhouse gases, waste bank

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAAN	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
NOTASI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sampah	5
2.2 Pengelolaan Sampah.....	5
2.3 Bank Sampah.....	6
2.4 Gas Rumah Kaca.....	8

2.5 Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca.....	9
2.7 Studi Terdahulu	10
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Tahapan Penelitian	14
3.2 Lokasi Penelitian	15
3.3 Metode Pengumpulan Data	19
3.4 Identifikasi Aktivitas Operasional Bank Sampah.....	20
3.5 Perhitungan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca.....	20
3.6 Skema Skenario Pengelolaan Sampah	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Gambaran Umum Bank Sampah.....	39
4.1.1 Aktivitas Operasional Bank Sampah	39
4.1.2 Timbulan dan Komposisi Sampah	44
4.2 Aktivitas Bank Sampah.....	47
4.3 Potensi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Aktivitas Bank Sampah.....	52
4.3.1 Pengumpulan.....	52
4.3.2 Pengangkutan ke Pengepul	59
4.3.3 Pengangkutan dari Pengepul ke Industri.....	63
4.3.4 Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Operasional Bank Sampah	64
4.4 Perbandingan Aktivitas diluar Bank Sampah	70
4.4.1 Pembakaran TPA	70
4.4.2 Penimbunan ke TPA	73
4.4.3 Perbandingan Emisi Aktivitas Bank Sampah dengan Skenario Penimbunan ke TPA dan Pembakaran.....	76

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	82
RIWAYAT HIDUP.....	89

NOTASI

BBa	=	Konsumsi Transportasi
TJ	=	<i>Terra Joule</i>
a	=	Jenis bahan bakar untuk perhitungan CO ₂
b	=	Jenis bahan bakar untuk perhitungan CH ₄ dan N ₂ O
j	=	Komponen dari sampah
i	=	Kategori sampah yang dibakar
MSW	=	Berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)
WFj	=	Fraksi tipe limbah dari komponen j dalam sampah
Dmj	=	Fraksi kandungan zat kering di dalam sampah
CFj	=	Fraksi karbon dalam kandungan kering (kandungan karbon total)
FCFj	=	Fraksi karbon fosil di dalam karbon total
Ofj	=	Faktor Oksidasi (Fraksi)
44/12	=	Faktor konversi C menjadi CO ₂
Iwi	=	Berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Ggtahun)
Efi	=	Fraksi emisi CH ₄
R	=	Recovery CH ₄ di TPA
OXT	=	Faktor oksidasi pada tahun T, fraksi
F	=	Fraksi CH ₄ pada gas yang dihasilkan di <i>landfill</i>
16/12	=	Rasio berat molekul CH ₄ /C (ratio)
DDOCm	=	Massa DOC yang terdeposisi, Ggram
W	=	Massa limbah yang terdeposisi, Ggram
DOC	=	Fraksi degredable karbon organik pada tahun deposisi sampah
DOCf	=	Fraksi DOC yang dapat terdekomposisi pada kondisi anaerobik

MCF	=	Faktor koreksi CH ₄ , yang menggambarkan bagian limbah yang akan terdekomposisi pada kondisi anaerobik (sebelum kondisi anaerobik terjadi) pada tahun deposisi limbah
CH ₄ , generated T	=	CH ₄ yang terbentuk pada tahun T hasil dekomposisi komponen organik yang tersimpan di dalam sampah (DDOC)
OX	=	Faktor Oksidasi
44	=	Molekul relatif (Mr) dari CO ₂ (kg/kg-mol)
12	=	Massa atom relatif (Mr) dari CH ₄ (kg/kg-mol)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Emisi CO ₂ di Indonesia	10
Tabel 2.2 Studi Terdahulu.....	10
Tabel 3.1 Lokasi Penelitian Bank Sampah	16
Tabel 3.2 Lokasi Penelitian Pengepul.....	18
Tabel 3.3 Kebutuhan Data Primer.....	19
Tabel 3.4 Kebutuhan Data Sekunder	19
Tabel 3.5 Metode Perhitungan Senyawa Emisi GRK.....	21
Tabel 3.6 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia	24
Tabel 3.7 Faktor Emisi CO ₂ Bahan Bakar Indonesia.....	25
Tabel 3.8 Faktor Emisi CH ₄ dan N ₂ O Default IPCC	26
Tabel 3.9 Angka Default <i>Dry Matter</i> Sampah Kota	30
Tabel 3.10 Faktor Oksidasi Gas CH ₄ pada Penutup Timbunan Sampah di TPA .	33
Tabel 3.11 Methane Correction Factor	35
Tabel 3.12 Angka Default DOC Masing-Masing Komponen Sampah.....	36
Tabel 4.1 Aktivitas Operasional di Bank Sampah Kelompok Besar	41
Tabel 4.2 Aktivitas Operasional di Bank Sampah Kelompok Sedang.....	42
Tabel 4.3 Aktivitas Operasional Bank Sampah Kelompok Kecil.....	43
Tabel 4.4 Kegiatan Pengepul 15 Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul.....	50
Tabel 4.5 Perhitungan Jarak Tempuh 1 Tahun di Bank Sampah Teji Mandiri.....	54
Tabel 4.6 Perhitungan Konsumsi BBM di Bank Sampah Teji Mandiri	55
Tabel 4.7 Perhitungan Emisi CO ₂ di Bank Sampah Teji Mandiri.....	56
Tabel 4.8 Konversi Emisi ke kg CO ₂ eq/tahun di Bank Sampah Teji Mandiri	56
Tabel 4.9 Emisi CO ₂ dari Kegiatan Pengumpulan 15 Sampel Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul	57
Tabel 4.10 Emisi CH ₄ Kegiatan Pengumpulan 15 Sampel Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul	58

Tabel 4.11 Emisi N ₂ O Kegiatan Pengumpulan 15 Sampel Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul	59
Tabel 4.12 Emisi CO ₂ Kegiatan Pengangkutan Pengepul 15 Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul	61
Tabel 4.13 Emisi CH ₄ Kegiatan Pengangkutan Pengepul 15 Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul	62
Tabel 4.14 Emisi N ₂ O Kegiatan Pengangkutan Pengepul 15 Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul	63
Tabel 4.15 Emisi GRK Kegiatan Pengangkutan Pengepul ke Industri.....	64
Tabel 4.16 Total Emisi GRK Aktivitas Operasional Bank Sampah	67
Tabel 4.17 Total Emisi dan Rata-rata Emisi Setiap Aktivitas	69
Tabel 4.18 Timbulan Sampah Sampel Bank Sampah 1 Tahun.....	70
Tabel 4.19 Total Emisi GRK dari Pembakaran Sampah Bank Sampah	72
Tabel 4.20 Total Emisi GRK Pengangkutan ke <i>Landfill</i>	74
Tabel 4.21 Total Emisi GRK dari Penimbunan <i>Landfill</i>	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 3.2 Peta Titik Sampel Bank Sampah.....	17
Gambar 3.3 Lokasi Sampel Pengepul	18
Gambar 3.4 Skema Perhitungan Emisi GRK dari Aktivitas Bank Sampah.....	22
Gambar 3.5 Skenario 1 Kondisi Eksisting	28
Gambar 3.6 Skenario 2 Pembakaran Terbuka.....	28
Gambar 3.7 Skenario 3 <i>Landfilling</i>	28
Gambar 3.8 Skema Perhitungan Pembakaran Terbuka.....	29
Gambar 3.9 Skema Perhitungan Pengangkutan Ke TPA.....	32
Gambar 4.1 Timbulan Sampah di 15 Bank Sampah Kabupaten Gunung Kidul... 44	
Gambar 4.2 Komposisi Sampah Berdasarkan Kategori Bank Sampah	46
Gambar 4.3 Diagram Alir Aktivitas Bank Sampah	47
Gambar 4.4 Total Emisi GRK dari Aktivitas Pengumpulan dan Pengangkutan Pengepul.....	64
Gambar 4.5 Diagram Jumlah Nasabah 15 Bank Sampah	65
Gambar 4.6 Diagram Jarak Rumah - Pengepul.....	66
Gambar 4.7 Total Emisi GRK dari Aktivitas Pengangkutan ke Industri.....	67
Gambar 4.8 Total Emisi GRK Aktivitas Operasional Bank Sampah	68
Gambar 4.9 Persentase Emisi Aktivitas Bank Sampah.....	69
Gambar 4.10 Perbandingan Emisi Aktivitas Bank Sampah dengan Skenario TPA dan Pembakaran	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Observasi dan pengumpulan data	82
Lampiran 2 Kuisisioner	83

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Gunung Kidul merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan dari data Badan Pusat Statistik jumlah penduduk Kabupaten Gunung Kidul tahun 2022 adalah 747.161 jiwa, dengan luas wilayah 1.485,36 km² dengan kepadatan penduduk Kabupaten Gunung Kidul adalah 504 jiwa/Km². (Badan Pusat Statistik Kabupaten Gunung Kidul 2022). Menurut data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, jumlah timbulan sampah di Kabupaten Gunung Kidul pada tahun 2022 sebanyak 138.468,71 ton, dimana jumlah tersebut akan bertambah seiring dengan penambahan penduduk di Kabupaten Gunung Kidul.

Permasalahan yang ditimbulkan dari penambahan penduduk dan pertumbuhan ekonomi di Kabupaten Gunung Kidul yaitu meningkatnya jumlah timbulan sampah. Peningkatan jumlah timbulan sampah yang tidak diimbangi dengan pengelolaan sampah yang ramah lingkungan tentunya akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Sampah merupakan salah satu sektor hasil dari aktivitas manusia yang turut serta menyebabkan pemanasan global. Guna mengatasi hal tersebut maka perlu dilakukan sistem pengelolaan sampah berbasis masyarakat. Upaya pengelolaan sampah yang dilakukan yaitu dengan bank sampah. Bank sampah merupakan salah satu cara pengelolaan sampah yang bertujuan untuk membangun kepedulian masyarakat terhadap sampah di lingkungan sekitar agar menjadi bersih dan merasakan manfaat ekonomi dari pengelolaan sampah tersebut (Suryani, 2014).

Secara umum aktivitas yang dilakukan Bank Sampah terdiri dari proses pengumpulan, pemilahan, penyimpanan, serta pengangkutan. Berdasarkan beberapa aktivitas di bank sampah seperti pengangkutan terindikasi menghasilkan

emisi gas rumah kaca. Gas Rumah Kaca merupakan gas yang terkandung dalam atmosfer yang memiliki kemampuan untuk memancarkan radiasi dari sinar matahari, sehingga akan menyebabkan efek rumah kaca yang sangat berpengaruh besar terhadap terjadinya pemanasan global (PERMEN LHK No 14 Tahun 2021). Gas rumah kaca merupakan gas – gas yang ada di atmosfer yang menyebabkan efek gas rumah kaca yang terdapat di atmosfer bumi. Fungsi dari gas rumah kaca yaitu meneruskan cahaya matahari namun menyerap energi panas dari dalamnya. Menurut Konvensi PBB mengenai Perubahan Iklim (United Nations Framework Convention on Climate Change-UNFCCC), ada 6 jenis gas yang digolongkan sebagai GRK, yaitu: CO₂ (karbon dioksida), CH₄ (metana), N₂O (dinitrogen oksida), HFC (hidro fluoro karbon), PFC (per fluoro karbon), dan SF₆ (sulfur heksa florida) (Samiaji, 2009).

Oleh karena itu, pada penelitian kali ini dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi aktivitas dalam Bank Sampah serta seberapa besar jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan untuk kedepannya dilakukan Tindakan yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca pada aktivitas Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Apa saja aktivitas yang berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca dari aktivitas Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul ?
2. Berapa potensi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu :

1. Mengidentifikasi aktivitas pada bank sampah yang berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca di Kabupaten Gunung Kidul.
2. Menghitung dan menganalisis potensi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul.
3. Menghitung skenario pengelolaan sampah serta dibandingkan dengan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas bank sampah guna mengetahui sistem pengelolaan sampah yang paling minim.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan terapan ilmu pengetahuan yang didapatkan peneliti khususnya dalam bidang emisi gas rumah kaca dari bank sampah di wilayah Kabupaten Gunung Kidul.
2. Menjadi informasi dan pengetahuan bagi masyarakat tentang emisi gas rumah kaca di bank sampah Kabupaten Gunung Kidul.
3. Dapat mengetahui dan menjadi informasi terkait aktivitas yang menghasilkan emisi gas rumah kaca pada Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul.
4. Mengetahui sistem pengelolaan sampah yang paling minim menghasilkan emisi gas rumah kaca.

1.5 Ruang Lingkup

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka didapatkan ruang lingkup penelitian ini, yaitu :

1. Lokasi penelitian dilakukan pada 15 bank sampah di wilayah Kabupaten Gunung Kidul.
2. Penentuan titik sampling pada lokasi bank sampah dilakukan dengan metode Random Sampling dari bank sampah yang ada di wilayah Kabupaten Gunung Kidul.

3. Perhitungan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh aktivitas Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul.
4. Perhitungan dan analisis potensi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) menggunakan Metode IPCC Guideline 2006
5. Bahan bakar kendaraan bermotor bensin diasumsikan menggunakan Pertamina RON 92
6. Bahan bakar kendaraan bermotor diesel diasumsikan menggunakan bahan bakar Solar
7. Data yang digunakan yaitu data pada aktivitas operasional bank sampah dalam 3 bulan terakhir yaitu April, Mei, dan Juni 2023
8. Nasabah aktif merupakan nasabah yang aktif menyetor sampah minimal satu kali pada waktu operasional dalam waktu tiga bulan terakhir.
9. Emisi gas rumah kaca yang dihitung mencakup aktivitas pengempulan sampah dari rumah nasabah menuju ke bank sampah dan bank sampah menuju ke gudang pengepul
10. Penentuan jarak rata-rata rumah nasabah menuju bank sampah diklasterkan berdasarkan rukun warga (RW)
11. Skenario pembakaran dari sampah yang masuk ke bank sampah dalam waktu satu tahun
12. Skenario *landfilling* dilakukan perhitungan untuk pengangkutan dan penimbunan sampah di TPA dalam waktu satu tahun

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Sampah menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008, yaitu sisa kegiatan manusia pada aktivitas sehari –hari atau proses alam yang berbentuk padat. Sedangkan pengertian sampah menurut SNI 19-2454-1991, sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri atas sampah organik dan anorganik yang dianggap tidak bermanfaat lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan sekitar dan melindungi investasi pembangunan. Jenis sampah yang sering dijumpai pada umumnya yakni yakni sisa makanan, daun-daunan, ranting pohon, kertas/karton, plastik, kain bekas, kaleng-kaleng, debu sisa penyapuan dan lain - lain.

2.2 Pengelolaan Sampah

Menurut UU Nomor 18 Tahun 2008 pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Terdapat 2 kelompok utama pengelolaan sampah , yaitu :

- a. Pengurangan sampah (waste minimization), yang terdiri dari pembatasan terjadinya sampah (*reduce*) , menggunakan ulang (*reuse*), dan mendaur ulang (*recycle*)
- b. Penanganan sampah (waste handling), yang terdiri dari :
 - Pemilahan : yakni pengelompokkan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah , dan/atau sifat sampah.
 - Pengumpulan : yakni pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber sampah ke tempat penampungan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu.

- Pengangkutan : yakni membawa sampah dari sumber dan/atau dari tempat penampungan sampah sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju ke Tempat Pemrosesan Akhir.
- Pengolahan : yakni mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah.
- Pemrosesan akhir sampah : yakni pengambilan sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

2.3 Bank Sampah

Bank sampah merupakan tempat menabung sampah yang telah dipilah sesuai dengan jenis sampah. Sampah yang masuk dan ditabung pada bank sampah mempunyai nilai jual dan nilai ekonomis. Cara kerja bank sampah pada umumnya hampir sama dengan bank lainnya yaitu, terdapat nasabah, pencatatan pembukuan dan manajemen 7 pengelolaannya. Apabila pada bank biasa yang kita kenal, yang disetorkan nasabah adalah uang, namun berbeda dengan bank sampah, yang disetorkan ke dalam bank sampah adalah sampah yang memiliki nilai jual. Sistem kerja bank sampah pengelolaannya berbasis rumah tangga, dengan memberikan reward kepada yang berhasil memilah dan menyetorkan sejumlah sampah (Unilever Green & Clean, 2013).

Bank Sampah memiliki beberapa manfaat bagi manusia dan lingkungan hidup, seperti membuat lingkungan lebih bersih, menyadarkan masyarakat akan pentingnya kebersihan, dan membuat sampah menjadi barang ekonomis. Manfaat lain Bank Sampah untuk masyarakat adalah dapat menambah penghasilan masyarakat karena saat mereka menukarkan sampah mereka akan mendapatkan imbalan berupa uang yang dikumpulkan dalam rekening yang mereka miliki (Suryani, 2014)

Dalam pelaksanaannya Bank Sampah dapat mengurangi tingginya angka sampah di masyarakat dan di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir), hal tersebut terjadi karena masyarakat telah melakukan pemilahan sampahnya sendiri, menukarkan sampahnya ke bank sampah dan membuang sampah yang tidak termasuk di bank

sampah. Dengan demikian volume sampah yang ada di masyarakat dan di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) dapat berkurang atau yang biasa disebut dengan *reduce* (pengurangan volume atau jumlahnya).

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 14 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Sampah Pada Bank Sampah yaitu pengelolaan sampah dilakukan melalui kegiatan pengurangan dan penanganan dimana sampah yang dapat dikelola di Bank Sampah adalah Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga.

Kegiatan pengurangan di Bank Sampah dilakukan melalui pemanfaatan Kembali sampah, sementara kegiatan penanganan dilakukan melalui kegiatan pemilahan, pengangkutan, dan/atau pengolahan sampah. Kegiatan pengurangan dan penanganan sampah tersebut disesuaikan dengan jenis sampah yang dikelola oleh Bank Sampah.

Berikut adalah aktivitas kegiatan bank sampah :

- Pengurangan Sampah

Kegiatan pengurangan sampah di Bank Sampah dilakukan melalui pemanfaatan Kembali sampah. Dimana pemanfaatan sampah Kembali dilakukan dengan cara mengguna ulang atau seluruh Sebagian sampah sesuai dengan fungsinya masing-masing. Pemanfaatan kembali sampah dilakukan berdasarkan jenis-jenis sampah seperti plastik, kertas, logam, dan kaca.

- Penanganan Sampah

Kegiatan penanganan sampah dilakukan melalui beberapa kegiatan, yaitu pemilahan, pengumpulan, dan/atau pengolahan, penjelasan mengenai kegiatan penanganan sampah yakni sebagai berikut :

- a. Pemilahan Sampah

Kegiatan pemilahan sampah dilakukan dengan cara mengelompokkan sampah berdasarkan jenis sampah yaitu Sampah yang mengandung B3, Sampah yang mudah terurai oleh proses alam, Sampah yang dapat diguna ulang, Sampah yang dapat didaur ulang, dan sampah lainnya. Pemilahan sampah dapat dibedakan berdasarkan sumber sampah dan juga fasilitas pemilahan sampah di Bank Sampah.

b. Pengumpulan Sampah

Kegiatan pengumpulan sampah dilakukan untuk memindahkan sampah dari sumbernya menuju tempat penampungan di Bank Sampah. Pengumpulan sampah dapat dilakukan dengan cara penghasil/nasabah Bank Sampah membawa sendiri ke Bank Sampah maupun Petugas Bank Sampah menjemput dan mengangkut sampah dari tiap-tiap sumber sampah.

c. Pengolahan Sampah

Pengolahan sampah merupakan kegiatan mengubah karakteristik, komposisi, serta jumlah sampah. Kegiatan ini bertujuan untuk mengurangi timbulan sampah yang di angkut ke tempat pemrosesan akhir. Pengolahan sampah dapat dilakukan melalui berapa cara yaitu Pengomposan, Daur ulang materi, dan Daur ulang energi

2.4 Gas Rumah Kaca

Pemanasan global didefinisikan sebagai kenaikan temperatur atmosfer dari permukaan bumi yang meliputi daratan dan lautan. Bumi dikelilingi oleh lapisan udara yang bernama atmosfer yang mempunyai fungsi yang salah satunya untuk melindungi bumi dari pengaruh buruk sinar matahari yaitu sinar ultraviolet. Matahari memancarkan radiasinya ke bumi menembus lapisan atmosfer bumi. Radiasi tersebut akan dipantulkan ke angkasa, namun sebagian

gelombang tersebut diserap oleh gas-gas rumah kaca yaitu CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, dan SF₄ yang berada di atmosfer. Sebagai akibatnya gelombang tersebut terperangkap di dalam atmosfer bumi, peristiwa ini terjadi berulang-ulang sehingga menyebabkan suhu rata-rata dipermukaan bumi meningkat (Rahmawati, 2013).

Gas rumah kaca merupakan gas – gas yang ada di atmosfer yang menyebabkan efek gas rumah kaca yang terdapat di atmosfer bumi. Fungsi dari gas rumah kaca yaitu meneruskan cahaya matahari namun menyerap energi panas dari dalamnya. Menurut Konvensi PBB mengenai Perubahan Iklim (United Nations Framework Convention on Climate Change-UNFCCC), ada 6 jenis gas yang digolongkan sebagai GRK, yaitu: CO₂ (karbon dioksida), CH₄ (metana), N₂O (dinitrogen oksida), HFC (hidro fluoro karbon), PFC (per fluoro karbon), dan SF₆ (sulfur heksa florida) (Samiaji, 2009).

2.5 Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca

Potensi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas Bank Sampah umumnya dihasilkan dari kegiatan pengangkutan serta pemilahan apabila Bank Sampah menggunakan mesin pemilah. Perhitungan emisi gas rumah kaca dilakukan menggunakan metodologi perhitungan tingkat emisi gas rumah kaca pada pembakaran bahan bakar baik dari sumber stasioner dan bergerak yang mengacu pada Pedoman Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan serta IPCC (2006).

Faktor emisi pada suatu negara dispesifikasikan berdasarkan kandungan karbon dalam bahan bakar, faktor oksidasi karbon, kualitas bahan bakar, dan bagi gas rumah kaca non-CO₂ juga memperhatikan kandungan karbon yang dalam bahan bakar yang digunakan serta teknologi pembakaran yang digunakan. Maka dari itu setiap negara tidak memiliki nilai faktor emisi yang spesifik dan tingkat kepastiannya harus mengacu pada IPCC sebagai acuan yang lebih baik dibanding estimasi berdasarkan data aktivitas (Kementrian Lingkungan Hidup, 2012).

Tabel 2. 1 Faktor Emisi CO₂ di Indonesia

Jenis Bahan Bakar	Default IPCC (Kg CO ₂ /TJ)	Faktor Emisi BB Indonesia (Kg CO ₂ /TJ)
Bensin RON 92	69.300	72.600
Bensin RON 88	69.300	72.967
Avtur	71.500	73.333
Minyak Tanah	71.900	73.700
Automotive Diesel Oil	74.100	74.433
Industrial Diesel Oil	74.100	74.067
Residual Fuel Oil	77.400	75.167
Batubara	96.100	99.718
Gas Alam	56.100	57.600

Sumber : Puslitbang Lemigas (2019)
Puslbang Tekmira (2018)

2.7 Studi Terdahulu

Acuan atau dasar berupa teori atau temuan dari hasil penelitian merupakan suatu hal yang perlu dan penting untuk dijadikan sebagai data pendukung. Data pendukung yang perlu dijadikan acuan adalah penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini. Berikut adalah daftar penelitian yang telah dilakukan :

Tabel 2. 2 Studi Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil Penelitian
1	Martins <i>et al.</i> (Jurnal 2023)	Evaluating the energy consumption and greenhouse gas emissions from managing municipal, construction, and demolition solid waste	Bertujuan untuk mengevaluasi hasil yang diperoleh dari emisi GRK dari sektor pengolahan limbah seperti di TPA, pembakaran dan daur ulang. Serta untuk	Hasil penelitian ini ditemukan bahwa Pembuangan di TPA merupakan sektor paling banyak diterapkan namun memiliki banyak kekurangan seperti membutuhkan area yang luas dan juga mengakibatkan pencemaran tanah dan air tanah. Solusi

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil Penelitian
			menemukan solusi terbaik untuk pengelolaan limbah padat perkotaan (MSW) dan Limbah Konstruksi dan Pembongkaran (CDW)	terbaik yang ditemukan yaitu daur ulang CDW dan fly ash dari hasil pembakaran merupakan pilihan yang ramah lingkungan dalam hal emisi GRK dan juga penghematan energi.
2	Yaman Cevat (Jurnal 2019)	Investigation of greenhouse gas emissions and energy recovery potential from municipal solid waste management practices	Bertujuan untuk memberikan saran kepada pemerintah daerah tentang bahaya emisi GRK dari teknologi pengelolaan limbah.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat tiga skenario yang diusulkan antara lain skenario pertama yaitu melakukan daur ulang bahan bahan seperti kertas, plastik, kaca dan logam. Skenario kedua melakukan daur ulang semua bahan yang dapat didaur ulang serta membuat kompos dari sisa sampah organik. Skenario ketiga yaitu membakar semua limbah untuk memulihkan energi. Dari ketiga skenario tersebut didapatkan hasil dimana konversi termal dan daur ulang material merupakan pilihan yang tepat untuk mengurangi dampak perubahan iklim terutama pengurangan GRK dan juga sebagai upaya pemulihan energi.
3	Kristanto A <i>et al</i> (Jurnal 2019)	Estimating greenhouse gas emissions from municipal solid waste management in Depok, Indonesia	Bertujuan untuk memberikan pedoman untuk mengembangkan strategi pengolahan sampah yang sesuai untuk wilayah	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Skenario terbaik memberi pengolahan 150 ton/hari sampah kota (MSW) melalui pengomposan, 80 ton melalui WTU, dan 500 ton/hari

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil Penelitian
			<p>Depok, Indonesia berdasarkan empat skenario pengolahan sampah yang melibatkan perawatan seperti aplikasi Waste Treatment Unit (WTU), Incinerator, Anaerobic digester, Komposting, dan landfill.</p>	<p>melalui pencernaan anaerobik, dan 390 ton/hari, yang dikirim ke TPA terkontrol di Depok. Skenario terbaik ini menghasilkan memakan emisi bersih GRK sebesar 202.800 kg CO₂-eq/hari, terhitung 1900 kg CO₂-eq/hari dari transportasi; 4 kg CO₂-eq/hari dari WTU; 25.700 kg CO₂-eq/hari dari pengomposan; 46.200 kg CO₂-eq/hari dari pencernaan anaerobik; Dan 129.000 kg CO₂-eq/hari dari TPA terkontrol. Skenario yang tepat dilakukan di Depok yaitu pengomposan karena lebih cocok dilakukan untuk sisa makanan dan sisa bahan organik lainnya serta mempertimbangkan ketersediaan SDM serta meminimalisir penggunaan biaya dari teknologi.</p>
4	Ho Shin W <i>et al</i> (Jurnal 2019)	Waste Management Pinch Analysis (WAMPA): Application of Pinch Analysis for greenhouse gas (GHG) emission reduction in municipal solid waste management	Bertujuan untuk menguji implikasi tujuan ganda TPA dan target penurunan emisi GRK dalam upaya pengelolaan sampah berkelanjutan.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Waste Management Pinch Analysis (WAMPA) menerapkan tiga strategi pengelolaan sampah dalam studi kasus TPA, Waste-to-Energy (WtE), dan Reduce, Reuse, Recycle (3R) dimana menunjukkan hasil sebesar 13,5% dari total pengurangan emisi GRK dan 54,6% dari total pengurangan TPA tercapai. Limbah makanan (Emisi TPA) dan Plastik (Emisi WtE) yang

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil Penelitian
				merupakan penyumbang utama emisi GRK mengalami pengurangan.
5	Woon K <i>et al</i> (Jurnal 2013)	Greenhouse gas accounting of the proposed landfill extension and advanced incineration facility for municipal solid waste management in Hong Kong	Bertujuan untuk membahas emisi GRK dari empat skenario pembuangan limbah yang diusulkan yaitu LFE dan AIF yang diusulkan dalam batas sistem yang ditentukan.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa AIF melepaskan lebih sedikit emisi GRK dibanding LFE. Emisi GRK dari LFE kebanyakan disumbangkan oleh emisi gas metana TPA (CH ₄) namun diimbangi dengan penyimpanan karbon biogenik, sementara itu emisi GRK dari AIF sebagian besar diakibatkan oleh sistem pembuangan tumpukan namun diimbangi dengan sistem pemulihan energi.

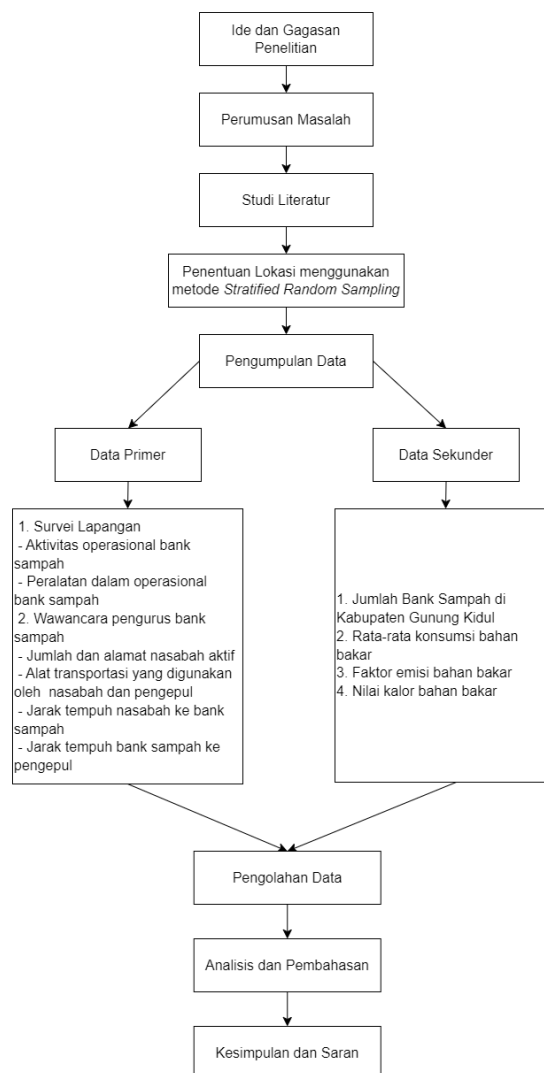
Berdasarkan penelitian diatas dapat dilihat bahwa pada penelitian sebelumnya menjelaskan tentang skenario yang dilakukan untuk mengurangi emisi GRK contohnya komposting dan daur ulang. Pemilihan skenario yang dilakukan pada penelitian sebelumnya sangat mempertimbangkan ketersediaan SDM dan juga untuk meminimalisir penggunaan biaya dari teknologi. Berbeda dengan penelitian yang saya lakukan yaitu untuk mengetahui sistem pengelolaan yaitu bank sampah untuk mengurangi timbunan sampah di TPA ternyata di sisi lain terdapat dampak lingkungan, dalam bank sampah terdapat aktivitas yang menghasilkan emisi GRK seperti dari pengumpulan, pengangkutan ke pengepul, dan pengangkutan menuju industri daur ulang

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini terdapat bagan alir penelitian yang digunakan sebagai acuan yang berisi suatu tahapan yang jelas.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini akan dilakukan di beberapa bank sampah yang terletak di wilayah Kabupaten Gunung Kidul. Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Gunung Kidul, pada tahun 2022, di Kabupaten Gunung Kidul terdapat 51 Bank Sampah, dimana sebanyak 44 Bank Sampah berstatus aktif beroperasi, dari jumlah bank sampah tersebut akan dilakukan *stratified random sampling* dalam pengumpulan data yang berdasarkan pada jumlah sampah yang masuk dan dikelola serta dibagi menjadi tiga klasifikasi yaitu Kelompok Besar, Kelompok Sedang, dan Kelompok Kecil.

Dalam menentukan jumlah sampel kuisisioner digunakan metode Slovin dengan rumus sebagai berikut (Sugiyono, 2007).

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

Dimana,

n = Jumlah Sampel

N = Jumlah populasi yaitu jumlah total kendaraan pada wilayah penelitian

e = Batas Toleransi Kesalahan (error tolerance) yaitu 15%

Selanjutnya berdasarkan rumus tersebut, apabila hasil perhitungan besar sampel (n) masih dianggap besar, kita memungkikan untuk melakukan koreksi terhadap n tersebut dengan rumus berikut (Hardani dkk, 2020)

$$Jumlah\ Sampel = \frac{n \times N}{n + (N - 1)} \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana,

n = Hasil perhitungan rumus besar

N = Populasi

Berikut merupakan hasil penentuan jumlah sampel bank sampah yang menggunakan metode slovin.

$$n = \frac{44}{1 + 44 \times 0,15^2} = 22$$

Berdasarkan perhitungan diatas, hasil perhitungan besar sampel (n) masih dianggap besar, maka dilakukan korelasi terhadap n

$$\text{Jumlah Sampel} = \frac{22 \times 44}{22 + (44 - 1)} = 14,892 \gg 15 \text{ Bank Sampah}$$

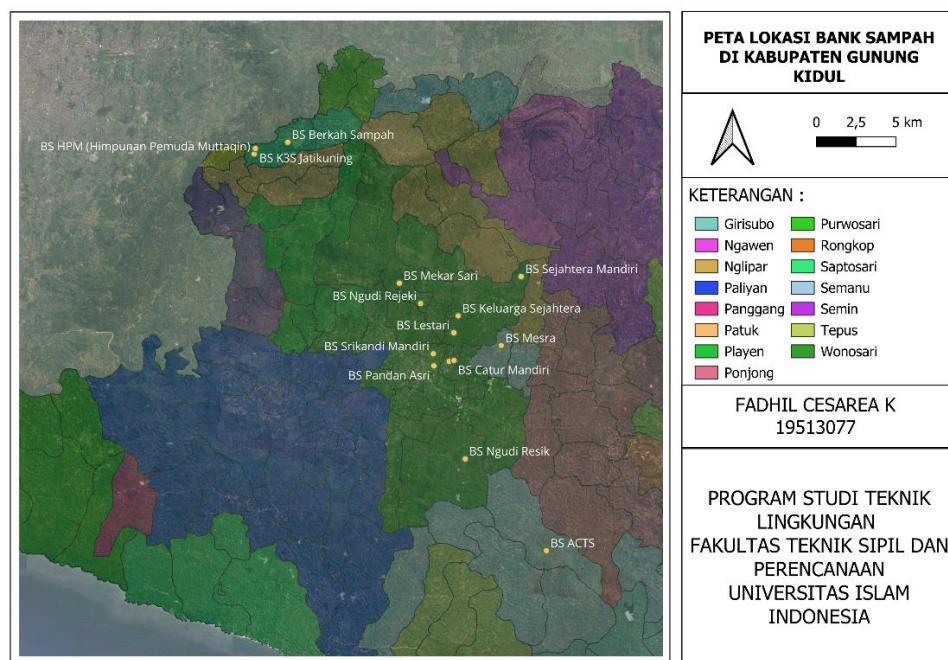
Berdasarkan perhitungan menggunakan Rumus Slovin didapatkan jumlah sampel sebanyak 15 Bank Sampah pada setiap kelompoknya sebanyak lima bank sampah secara *random* sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Lokasi Penelitian Bank Sampah

No	Nama Bank Sampah	Alamat
Kelompok Besar		
1	Teji Mandiri	Selang II Selang, Wonosari
2	Catur Mandiri	Selang IV RT 1 RW 4 Selang, Wonosari
3	Mekar Sari	Gatak RT 8 RW 10 Gari Wonosari
4	Mesra	Wiladeg RT 3 RW 8 Karangmojo
5	Sejahtera Mandiri	Sokoliman I, Bejiharjo, Karangmojo
Kelompok Sedang		
6	Keluarga Sejahtera	Grogol III Bejiharjo, Karangmojo
7	Pandan Asri	Pandansari RT 8 RW 17 Wonosari
8	Ngudi Resik	Kwangen Lor RT 3 RW 5 Pacarejo, Semanu

No	Nama Bank Sampah	Alamat
9	ACTS	Kropak RT 4 RW 16 Candirejo, Semanu
Kelompok Kecil		
10	Ngudi Rejeki	Tegalrejo RT 4 RW 16, Gari, Wonosari
11	Srikandi Mandiri	Tawarsari RT 6 RW 18 Wonosari
12	Berkah Sampah	Salaran, Ngoro-oro, Patuk
13	Lestari	Grogol IV RT 4 RW 4 Bejiharjo, Karangmojo
14	HPM (Himpunan Pemuda Muttaqin)	Sokasari, Ngoro-oro, Patuk
15	K3S Jatikuning	Jatikuning RT 38 RW 11, Ngoro-oro, Patuk

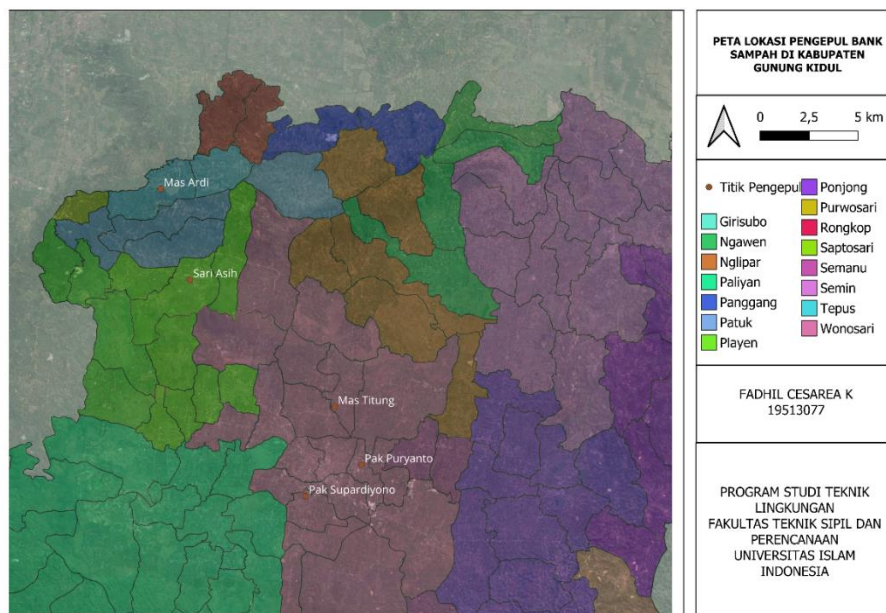
Peta titik lokasi sampel bank sampah ditunjukkan pada Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Peta Titik Sampel Bank Sampah

Tabel 3. 2 Lokasi Penelitian Pengepul

No	Nama Bank Sampah	Pengepul	Alamat
1	Teji Mandiri	Mas Ardi	Ngoro-oro, Patuk
2	Catur Mandiri	Pak Puryanto	Selang V Wonosari
3	Mekar Sari	Mas Titung	Kajar II Wonosari
4	Mesra	Mas Titung	Kajar II Wonosari
5	Sejahtera Mandiri	Mas Titung	Kajar II Wonosari
6	Keluarga Sejahtera	Mas Titung	Kajar II Wonosari
7	Pandan Asri	Mas Titung	Kajar II Wonosari
8	Ngudi Resik	Mas Titung	Kajar II Wonosari
9	ACTS	Pak Supardiyono	Karangrejek Wonosari
10	Ngudi Rejeki	Mas Titung	Kajar II Wonosari
11	Srikandi Mandiri	Mas Ari	Selang V Wonosari
12	Berkah Sampah	Mas Ardi	Ngoro-oro, Patuk
13	Lestari	Mas Titung	Kajar II Wonosari
14	HPM (Himpunan Pemuda Muttaqin)	Mas Ardi	Ngoro-oro, Patuk
15	K3S Jatikuning	Sari Asih	Sambipitu, Playen



Gambar 3. 3 Lokasi Sampel Pengepul

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode penelitian yang dilakukan yaitu dengan cara pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer meliputi hasil wawancara, observasi langsung dan juga melalui kuisioner. Sementara itu, data sekunder meliputi data jumlah Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul dan juga jumlah sampah terkelola pada setiap Bank Sampah. Pengumpulan data-data pendukung didapatkan dari hasil penelitian atau literatur terdahulu.

- Data Primer

Tabel 3. 3 Kebutuhan Data Primer

No	Jenis Data	Sumber
1	Jumlah Nasabah	Wawancara ke pengurus bank sampah
2	Alamat Nasabah (Meliputi RW, Padukuhan, Kapanewon)	Wawancara ke pengurus bank sampah
3	Alat Transportasi yang digunakan	Wawancara ke pengurus bank sampah
4	Jarak tempuh dari rumah nasabah ke bank sampah	Wawancara ke pengurus bank sampah, Google Maps, dan metode kluster berdasarkan RW, Padukuhan, dan Kapanewon
5	Jarak tempuh dari bank sampah ke gudang pengepul	Wawancara ke pengurus bank sampah, Google Maps
6	Jarak tempuh dari gudang pengepul ke industri daur ulang	Wawancara ke pihak pengepul, Google Maps
7	Berat Sampah Terkelola	Wawancara ke pengurus bank sampah

- Data Sekunder

Tabel 3. 4 Kebutuhan Data Sekunder

No	Jenis Data	Sumber
1	Data Faktor emisi bahan bakar dari Tier-1 Tier-2 (IPCC)	Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Puslitbang Lemigas, 2019

No	Jenis Data	Sumber
		Puslitbang Tekmira, 2018 IPCC, 2006
2	Jumlah bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul	Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN)
3	Nilai Kalor Bahan Bakar	KLHK, 2012
4	Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar	Lestari, 2017
5	Nilai Angka <i>Default Dry Matter</i> , MCF, DOC, dan OX	IPCC, 2006

3.4 Identifikasi Aktivitas Operasional Bank Sampah

Metode yang digunakan dalam mengidentifikasi aktivitas operasional bank sampah dilakukan melalui pendekatan kualitatif yaitu dengan metode wawancara dan pengamatan secara langsung di lapangan. Wawancara dilakukan kepada pengurus bank sampah yang bertujuan untuk memperoleh informasi tentang aktivitas operasional bank sampah dari kegiatan pengumpulan sampah dari nasabah menuju ke bank sampah dan kemudian akan dilakukan proses pengangkutan ke gudang pengepul.

Kegiatan pengamatan secara langsung dilakukan dengan tujuan untuk mengamati aktivitas operasional yang terjadi di bank sampah seperti penimbangan, pemilahan, serta pengelolaan sampah. Selain itu dilakukan pengamatan terhadap infrastruktur dan juga peralatan yang digunakan dalam aktivitas operasional bank sampah.

3.5 Perhitungan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca

Faktor emisi pada suatu negara dispesifikasikan berdasarkan kandungan karbon dalam bahan bakar, faktor oksidasi karbon, kualitas bahan bakar, dan bagi gas rumah kaca non- CO₂ juga memperhatikan kandungan karbon yang dalam

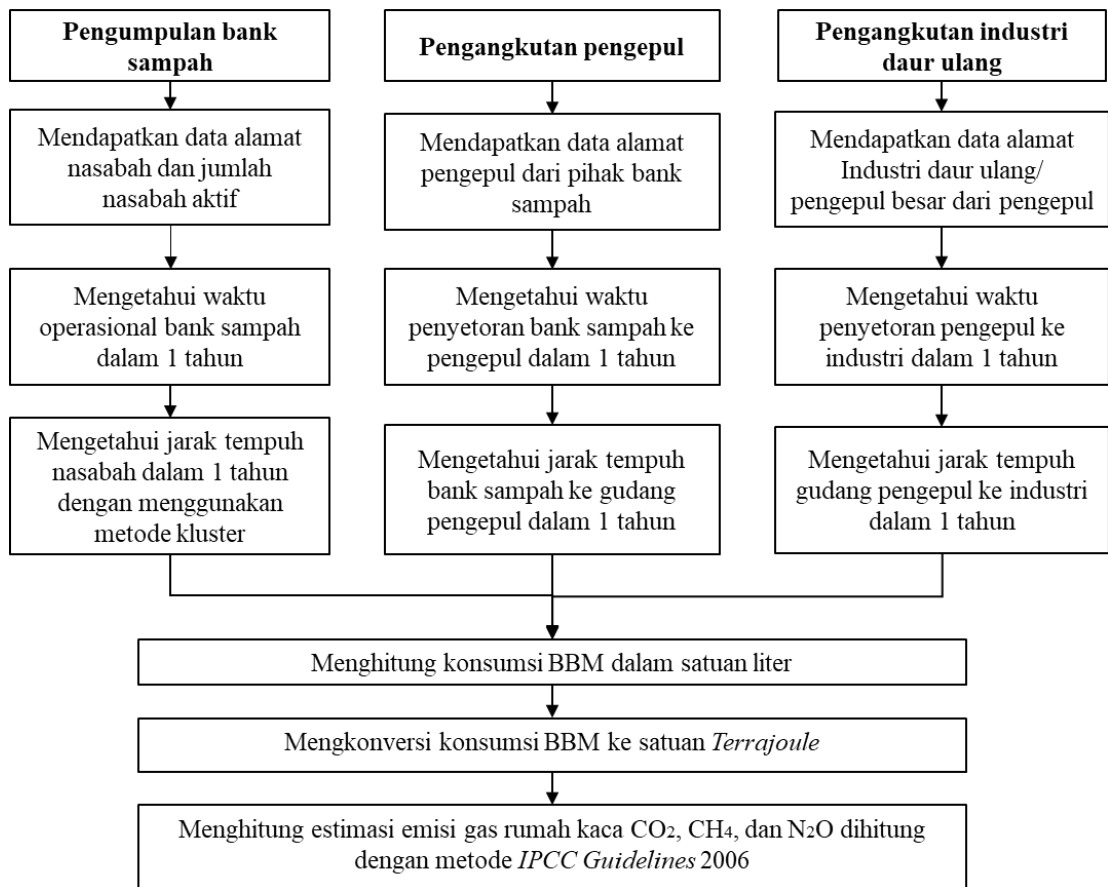
bahan bakar yang digunakan serta teknologi pembakaran yang digunakan. Maka dari itu setiap negara tidak memiliki nilai faktor emisi yang spesifik dan tingkat kepastiannya harus mengacu pada IPCC sebagai acuan yang lebih baik dibanding estimasi berdasarkan data aktivitas (Kementrian Lingkungan Hidup, 2012).

Berikut merupakan model perhitungan emisi GRK berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi.

Tabel 3. 5 Metode Perhitungan Senyawa Emisi GRK

Senyawa Emisi Gas Rumah Kaca	Metode Perhitungan
CO ₂	IPCC 2006 Tier-2
CH ₄	IPCC 2006 Tier-1
N ₂ O	IPCC 2006 Tier-1

Berdasarkan IPCC Guideline 2006 perhitungan emisi gas rumah kaca dari pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak terbagi menjadi Tier-1 dan Tier 2. Tier-1 digunakan berdasarkan data aktivitas dan faktor emisi *default* IPCC. Sementara itu, Tier-2 digunakan berdasarkan data aktivitas yang lebih akurat serta faktor emisi spesifik suatu negara. Di Indonesia sendiri hanya CO₂ yang telah memiliki faktor emisi spesifik, sedangkan CH₄ dan N₂O masih menggunakan *default* IPCC.



Gambar 3. 4 Skema Perhitungan Emisi GRK dari Aktivitas Bank Sampah

Berdasarkan skema diatas dapat dilihat bahwa terdapat tiga aktivitas pada bank sampah yang menghasilkan emisi gas rumah kaca. Ketiga aktivitas tersebut adalah pengumpulan, pengangkutan pengepul, dan pengangkutan menuju industri daur ulang. Diasumsikan untuk menghitung waktu operasional dan jarak tempuh selama 1 tahun. Dimana untuk menghitung estimasi emisi gas rumah kaca mengacu pada *IPCC Guidelines 2006*.

- **Estimasi Emisi GRK (CO₂, CH₄, N₂O) dari Kegiatan Pengumpulan dan Pengangkutan**

- **Konsumsi Bahan Bakar**

Konsumsi Bahan Bakar transportasi dihitung menggunakan satuan liter dengan mengetahui jarak tempuh dan efisiensi bahan bakar kendaraan. Formula untuk menghitung konsumsi transportasi adalah:

$$\text{Konsumsi Transportasi (BBa)} = \frac{\text{Jarak tempuh (km)}}{\text{Efisiensi Bahan Bakar (km/L)}} \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

- Konsumsi Transportasi : jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh kendaraan dalam satuan volume
- Jarak Tempuh : jarak yang ditempuh oleh kendaraan dalam satuan panjang kilometer
- Efisiensi Bahan Bakar : jumlah jarak yang dapat ditempuh kendaraan dengan satu satuan volume bahan bakar (kilometer per liter)

Untuk menentukan jarak tempuh aktivitas pengumpulan dari rumah nasabah ke bank sampah menggunakan metode cluster dengan membuat klaster-klaster jarak berdasarkan Rukun Tetangga (RT) dimana dalam setiap RT diambil jarak nilai rata-rata dari rumah terjauh dan rumah terdekat yang menuju ke bank sampah. Jarak tempuh ini merupakan jarak tempuh pulang pergi. Nilai rata-rata yang didapatkan akan dijadikan sebagai nilai yang mewakili jarak tiap-tiap nasabah di suatu RT. Sedangkan untuk aktivitas pengangkutan jarak yang digunakan adalah jarak tempuh pulang pergi dari gudang pengepul ke bank sampah.

Perhitungan rata-rata konsumsi bahan bakar didapatkan dengan membagi nilai panjang perjalanan kendaraan tahunan dengan rata-rata konsumsi kendaraan.

Dalam perhitungan rata-rata konsumsi tahunan setiap jenis kendaraan bahan bakar menggunakan beberapa asumsi konsumsi bahan bakar dan asumsi hasil konsumsi bahan bakar. Diasumsikan bahwa semua mobil dan sepeda motor menggunakan bahan bakar bensin Pertamina RON 92, sedangkan bus dan truk menggunakan solar sebagai bahan bakarnya (Kemenhub, 2010). Asumsi konsumsi bahan bakar rata-rata yang digunakan yaitu:

- a. Mobil/Pick Up = 7,8 km/liter Bensin
- b. Sepeda Motor = 21,5 km/liter Bensin
- d. Truk = 4,5 km/liter Solar

Rumus konsumsi bahan bakar berguna untuk menghitung, memantau, dan mengelola penggunaan bahan bakar transportasi. Dengan memahami dan memanfaatkannya, dapat mengoptimalkan penggunaan bahan bakar dan mengurangi dampak lingkungan seperti dapat mengurangi emisi gas buang.

- **Konsumsi Energi**

$$\begin{aligned}
 & \textbf{Konsumsi Energi (Tj)} \\
 & = \textbf{Bahan Bakar Dikonsumsi (liter)} \\
 & \times \textbf{Nilai Kalor} \\
 & \left(\frac{Tj}{Liter} \right) \dots\dots\dots (3.4)
 \end{aligned}$$

Berbagai jenis bahan bakar yang digunakan di Indonesia berikut nilai kalor dari masing-masing bahan bakar pada Tabel 3.3

Tabel 3. 6 Nilai Kalor Bahan Bakar Indonesia

Jenis Bahan Bakar	Nilai Kalor	Penggunaan
Premium*	$33 \times 10^{-6} \text{Tj/liter}$	Kendaraan Bermotor

Jenis Bahan Bakar	Nilai Kalor	Penggunaan
Solar (HSD, ADO)	36×10^{-6} Tj/liter	Kendaraan bermotor, Pembangkit listrik
Minyak Diesel (IDO)	38×10^{-6} Tj/liter	Boiler industri, pembangkit listrik
MFO	40×10^{-6} Tj/liter $4,04 \times 10^{-2}$ Tj/liter	Pembangkit listrik
Gas Bumi	$1,055 \times 10^{-6}$ Tj/liter $38,5 \times 10^{-6}$ Tj/liter	Industri, rumah tangga, restoran
LPG	$47,3 \times 10^{-6}$ Tj/liter	Rumah tangga, restoran
Batubara	$18,9 \times 10^{-3}$ Tj/liter	Pembangkit listrik, industri

Catatan :*) termasuk Pertamina, Pertamina Plus

HSD: High Speed Diesel

ADO: Automotive Diesel oil

IDO: Industrial Diesel Oil

Sumber: (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

- **Emisi CO₂**

Emisi CO₂ menggunakan metode perhitungan IPCC 2006 Tier-2 karena di Indonesia telah menentukan faktor emisi spesifik Emisi CO₂ yang dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut :

Tabel 3. 7 Faktor Emisi CO₂ Bahan Bakar Indonesia

Jenis Bahan Bakar	Default IPCC (Kg CO ₂ /TJ)	Faktor Emisi BB Indonesia (Kg CO ₂ /TJ)
Bensin RON 92	69.300	72.600
Bensin RON 88	69.300	72.967
Avtur	71.500	73.333
Minyak Tanah	71.900	73.700
Automotive Diesel Oil	74.100	74.433
Industrial Diesel Oil	74.100	74.067

Jenis Bahan Bakar	Default IPCC (Kg CO₂/TJ)	Faktor Emisi BB Indonesia (Kg CO₂/TJ)
Residual Fuel Oil	77.400	75.167
Batubara	96.100	99.718
Gas Alam	56.100	57.600

Sumber :Default IPCC Guideline (2006)

Puslilbang Lemigas (2019)

Puslilbang Tekmira (2018)

- **Emisi CH₄ dan N₂O**

Emisi CH₄ dan N₂O menggunakan metode perhitungan IPCC 2006 Tier-1 dikarenakan belum ada pengembangan faktor emisi untuk kedua jenis gas tersebut di Indonesia. Berikut adalah Tabel 3.5 Faktor Emisi CH₄ dan N₂O :

Tabel 3. 8 Faktor Emisi CH₄ dan N₂O Default IPCC

Jenis Bahan Bakar	FE Default IPCC Sumber Bergerak (Ton/GJ)	
	CH₄	N₂O
Gas Bumi / BBG	92	3
Premium (tanpa katalis)	33	3,2
Diesel (IDO/ADO)	3,9	3,9

Sumber : Default IPCC Guideline (2006)

Berdasarkan kedua faktor emisi diatas yaitu Tier-1 dan Tier-2 didapatkan persamaan umum yang digunakan untuk estimasi emisi GRK dari pembakaran bahan bakar adalah sebagai berikut:

- **Emisi CO₂/CH₄/N₂O dari Kegiatan Pengumpulan dan Pengangkutan**

$$Emisi = \sum_a Konsumsi Energi_a \times Faktor Emisi_a \dots\dots\dots (3.5)$$

dimana:

Emisi : Emisi CO₂/CH₄/N₂O (kg/tahun)

Konsumsi Energi_a : Bahan bakar yang dikonsumsi

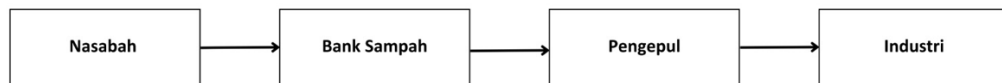
Faktor Emisi_a : Faktor emisi CO₂ menurut Tier-2/ Faktor emisi CH₄/N₂O menurut jenis bahan bakar default IPCC 2006 (kg gas/TJ)

a : Jenis bahan bakar (premium, solar)

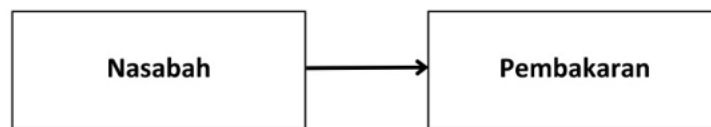
3.6 Skema Skenario Pengelolaan Sampah

Setelah diketahui total emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) dari aktivitas operasional bank sampah hingga dilakukan pengangkutan ke gudang pengepul, kemudian akan dibandingkan dengan emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) apabila sampah yang dikelola oleh ke-15 sampel bank sampah selanjutnya akan dilakukan pembakaran terbuka atau langsung dibuang *landfill*. Pembakaran terbuka sering kali terjadi di berbagai wilayah termasuk di Kabupaten Gunung Kidul sebagai salah satu cara pengolahan sampah, sedangkan *landfill* juga merupakan salah satu cara umum dalam pengelolaan sampah di banyak wilayah termasuk di Kabupaten Gunung Kidul, berdasarkan pengamatan di lapangan dan keterangan dari pengurus-pengurus bank sampah menunjukkan masih banyak warga Kabupaten Gunung Kidul yang masih membakar sampahnya dan/atau membuang sampahnya ke TPA atau *landfill*, hal ini penting untuk dipertimbangkan karena praktik ini dapat menyebabkan emisi gas rumah kaca. Tujuan membandingkan hasil

eksisting dengan skenario berupa apabila sampah yang dikelola bank sampah tersebut dilakukan pembakaran terbuka atau langsung dibuang ke *landfill* ini, untuk mengetahui apakah pengelolaan sampah melalui bank sampah lebih efektif dalam mereduksi emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan beberapa pengelolaan sampah konvensional dan membantu mengidentifikasi pilihan pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan untuk mengurangi dampak lingkungan dari emisi gas rumah kaca. Skema skenario pengelolaan sampah ditunjukkan pada Gambar 3.4 hingga 3.6.



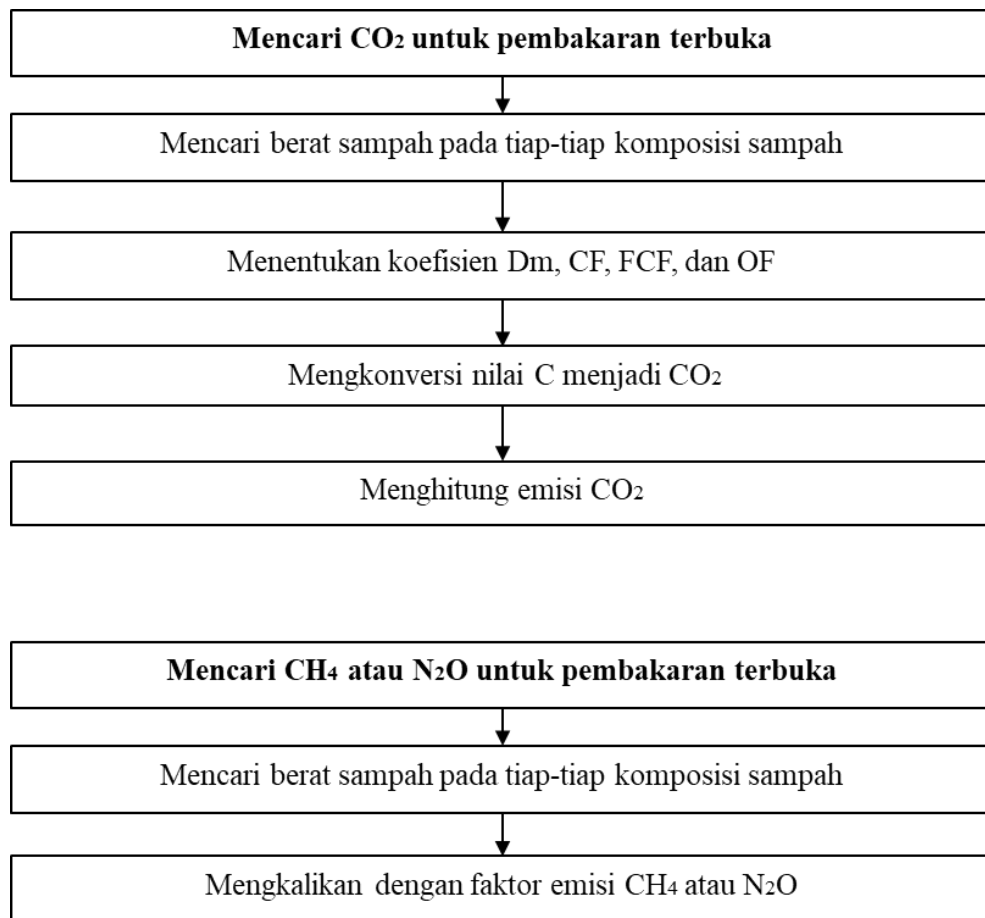
Gambar 3. 5 Skenario 1 Kondisi Eksisting



Gambar 3. 6 Skenario 2 Pembakaran Terbuka



Gambar 3. 7 Skenario 3 *Landfilling*



Gambar 3. 8 Skema Perhitungan Pembakaran Terbuka

Berdasarkan skema diatas dapat ditunjukkan bahwa untuk menghitung emisi dari pembakaran terbuka dibedakan menjadi 2 yaitu CO₂ serta CH₄ dan N₂O. Dimana untuk perhitungan pembakaran terbuka ini mengacu pada metode *IPCC Guidelines* 2006.

Metode perhitungan untuk skenario pembakaran terbuka adalah sebagai berikut:

➤ **Emisi Gas Rumah Kaca dari Pembakaran Terbuka**

Berdasarkan IPCC 2006 dalam Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional oleh KemenLHK, dalam menghitung emisi GRK dari pembakaran sampah secara terbuka dapat menggunakan persamaan berikut,

- Emisi CO₂

$$\begin{aligned}
 \text{Emisi CO}_2 &= \text{MSW} \\
 &\times \sum_j (\text{WF}_j \times \text{dm}_j \times \text{CF}_j \times \text{FCF}_j \times \text{OF}_j) \dots\dots (3.6) \\
 &\times \frac{44}{12}
 \end{aligned}$$

Dimana:

- Emisi CO₂ = emisi CO₂ dalam tahun inventori (Gg/tahun)
- MSW = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)
- WF_j = fraksi tipe limbah dari komponen j dalam sampah (berat basah pembakaran terbuka)
- Dm_j = fraksi kandungan zat kering di dalam sampah
- CF_j = fraksi karbon dalam kandungan kering (kandungan karbon total)
- FCF_j = fraksi karbon fosil di dalam karbon total
- OF_j = faktor oksidasi (fraksi)
- 44/12 = faktor konversi C menjadi CO₂
- j = komponen dari sampah (kertas/kardus, karet, plastik, logam, kaca, dll).

Tabel 3. 9 Angka Default *Dry Matter* Sampah Kota

Komposisi	Dry matter content (% berat basah)	Total kandungan karbon dalam % berat kering	Fraksi karbon fosil dalam % total karbon	Faktor Oksidasi (OF) %
	Default	Default	Default	Default
Kertas /Kardus	90	46	1	58%
Tekstil	80	50	20	
Sampah Makanan	40	38	-	
Kulit dan Karet	84	67	20	

Komposisi	Dry matter content (% berat basah)	Total kandungan karbon dalam % berat kering	Fraaksi karbon fosfil dalam % total karbon	Faktor Oksidasi (OF) %
	Default	Default	Default	Default
Plastik	100	75	100	
Logam	100	NA	NA	
Gelas	100	NA	NA	

- Emisi CH₄

Emisi CH₄ yang timbul dari pembakaran terbuka merupakan akibat dari pembakaran yang tidak sempurna. Pada pembakaran terbuka, fraksi karbon yang tidak teroksidasi cukup besar. Untuk pembakaran limbah secara terbuka, faktor emisi CH₄ adalah 6500 kg/Gg MSW berat basah. Nilai ini ditetapkan sebagai faktor emisi CH₄.

$$Emisi CH_4 = \sum_i (IW_i \times EFi) \times 10^{-6} \dots\dots\dots (3.7)$$

- Emisi CH₄ = emisi CH₄ dalam tahun inventori (Gg/tahun)
- IW_i = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)
- EF_i = fraksi emisi CH₄ (kg CH₄/kg sampah)
- 10⁻⁶ = faktor konversi kg ke Gg
- i = kategori sampah yang dibakar

- Emisi N₂O

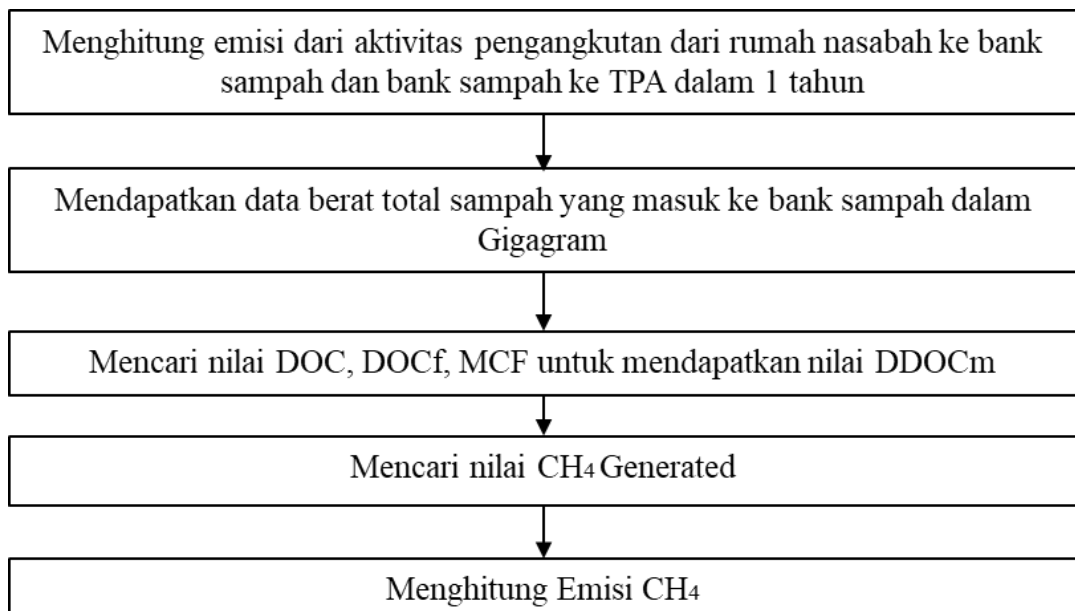
Untuk pembakaran limbah secara terbuka, faktor emisi N₂O menurut *default* IPCC adalah 150 kg N₂O/Gg sampah

$$Emisi N_2O = \sum_i (IWi \times EFi) \times 10^{-6} \dots\dots\dots (3.8)$$

- Emisi N₂O = emisi N₂O dalam tahun inventori (Gg/tahun)
- IWi = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)
- Efi = fraksi emisi N₂O (kg CH₄/kg sampah)
- 10⁻⁶ = faktor konversi kg ke Gg
- i = kategori sampah yang dibakar.

Metode perhitungan untuk skenario penimbunan adalah sebagai berikut:

➤ **Emisi Gas Rumah Kaca dari Pengangkutan dari Bank Sampah Ke TPA**



Gambar 3. 9 Skema Perhitungan Pengangkutan Ke TPA

➤ Emisi Gas Rumah Kaca dari *Landfill*

Berdasarkan IPCC 2006 dalam Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional oleh KemenLHK, dalam menghitung emisi GRK dari landfill dapat menggunakan persamaan berikut,

- Emisi CH₄

Emisi CH₄ pada tahun T, Gigagram [$\sum_x \text{CH}_4 \text{ generated }_{x.T} - R_T$] x (1-OX_T)

Emisi CH₄ pada tahun T, Gigagram

$$= \left[\sum_x \text{CH}_4 \text{ generated }_{x.T} - R_T \right] \times (1 - \text{OX}_T) \quad \dots\dots\dots (3.9)$$

Dimana,

$\sum \text{H}_4\text{generated }_{x.T}$ = CH₄ yang terbentuk pada Tahun T hasil degradasi komponen organik jenis tertentu (x) yang tersimpan dalam sampah (DDOC)

R = Recovery CH₄ di TPA

OX_T = Faktor Oksidasi pada tahun T, fraksi

Oxidation Factor (OX) atau faktor oksidasi menggambarkan jumlah CH₄ dari TPA yang teroksidasi di tanah atau material yang menutupi sampah lainnya. Nilai OX bervariasi dari yang dapat diabaikan (0,0) sampai 0,1. Nilai faktor oksidasi dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3. 10 Faktor Oksidasi (OX) Gas CH₄ pada Penutup Timbunan Sampah di TPA

Jenis TPA	Angka default
-----------	---------------

Managed (tidak berpenutup bahan teraerasi), unmanaged, uncatogorized	0
Managed (berpenutup bahan yang mengoksidasi CH4 seperti tanah/ kompos)	0,1

Sumber: Intergovermental Panel on Climate Change, 2006

$$CH_4 \text{ generated}_{x.T} = DDOCm \times F \times 16/12$$

$$\sum_x CH_4 \text{ generated}_{x.T} = DDOCm \times F \times \frac{16}{12} \dots\dots\dots (3.10)$$

Dimana,

CH₄, generated T = CH₄ yang terbentuk pada tahun T hasil dekomposisi komponen organik yang tersimpan di dalam sampah (DDOC)

DDOCm = Massa DOC (komponen karbon organik yang dapat terdekomposisi) yang tersimpan pada sampah di TPA, Gg F = Fraksi (%-volume) CH₄ pada gas yang dihasilkan di landfill, nilai F menurut default IPCC adalah 50%.

16/12 = Rasio berat molekul CH₄/C (ratio)

$$DDOCm = W \times DOC \times DOCf \times MCF \dots\dots\dots (3.11)$$

Dimana,

DDOCm = Massa DOC yang terdeposisi, Ggram

W = Massa limbah yang terdeposisi, Ggram

- DOC = Fraksi degradable karbon organik pada tahun deposisi sampah, Gg C/Gg waste
- DOCf = Fraksi DOC yang dapat terdekomposisi pada kondisi anerobik, fraksi
- MCF = Faktor koreksi CH₄, yang menggambarkan bagian limbah yang akan terdekomposisi pada kondisi anerobik (sebelum kondisi anerobik terjadi) pada tahun deposisi limbah

Nilai MCF ditentukan untuk setiap jenis kategori TPA. MCF berhubungan dengan pengelolaan sampah yang dilakukan di TPA, dan seharusnya diinterpretasikan faktor koreksi pengelolaan sampah. Klasifikasi TPA dan nilai MCF dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3. 11 Methane Correction Factor

Tipe TPA	Nilai	Keterangan
Managed Anaerobic	1	Memiliki salah satu dari kriteria yaitu punya lapisan penutup, dikompaksi, atau sampah yang bertingkat
Managed Semi aerobic	0,5	Memiliki material penutup permeable, sistem pengaliran lindi, dan sistem ventilasi gas
Unmanaged deep >5m	0,8	Tidak memenuhi kriteria dan dalam
Unmanaged shallow <5m	0,4	Tidak memenuhi kriteria dan dangkal
Uncategorized	0,6	Tidak dapat dikategorikan

Sumber: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006

$$DOC = (DOC \times Wi) \dots\dots\dots (3.12)$$

Dimana:

DOC = Nilai Degradable Organic Carbon dalam sampah (Gg C/ Gg sampah)

DOC_i = Nilai DOC sampah jenis i

W_i = Fraksi sampah jenis i terhadap total sampah

Indonesia belum memiliki data terkait DOC_i basis berat kering, sehingga perhitungan dilakukan menggunakan DOC default IPCC. Nilai besarnya DOC dapat dilihat pada Tabel 3.12

Tabel 3. 12 Angka Default DOC Masing-Masing Komponen Sampah

Komposisi Sampah	Kandungan bahan kering (%berat Basah)	DOC dalam Berat Basah (%)	DOC dalam Berat Kering (%)
	Default	Default	Default
Kertas/Kardus	90	40	44
Sampah Makanan	40	15	38
Plastik	100	-	-
Logam	100	-	-
Gelas	100	-	-

Sumber: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006

- Emisi CO₂

Dalam menghitung emisi CO₂ digunakan rumus sebagai berikut

$$Emisi CO_2 = emisi CH_4 \times \left(\frac{1 - F}{F} + OX \right) \times \frac{44}{16} \dots\dots\dots (3.13)$$

Dimana,

F = Fraksi dari CH₄ yang dihasilkan di TPA

- OX = Faktor Oksidasi
- 44 = Molekul relatif (Mr) dari CO₂ (kg/kg-mol)
- 12 = Massa atom relatif (Mr) dari CH₄ (kg/kg-mol)

Hasil perhitungan emisi baik CH₄, CO₂, dan N₂O dalam perhitungan untuk kondisi eksisting maupun skenario, selanjutnya dikonversikan dalam bentuk CO₂(eq) dengan menggunakan Indeks Potensi Pemanasan Global (Global Warming Potential = GWP). 1 kg gas CH₄ dari sumber fosil setara dengan 29,8 CO₂(eq), CH₄ dari sumber non-fosil setara dengan 27,2 CO₂(eq) dan untuk 1 kg gas N₂O setara dengan 273 kg CO₂(eq) (IPCC, 2021). Penggunaan GWP ini untuk mengetahui seberapa besar pengaruh gas emisi terhadap perubahan iklim dalam periode tertentu. Dengan menggunakan satuan GWP, emisi gas rumah kaca dapat dihitung dan dibandingkan dengan satuan yang sama,

Tabel 3.13 Konversi GWP

Emisi Gas Rumah Kaca	Periode 100 tahun
	AR6 (2021)
CO ₂	1
CH ₄ (fosil)	29,8
CH ₄ (non-fosil)	27,2
N ₂ O	273

Dari analisis data di atas dapat ditarik kesimpulan, bahwa:

1. Diketahui emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) yang dihasilkan dari aktivitas operasional bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul dalam waktu satu tahun.
2. Diketahui emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) yang paling dominan dari masing-masing gas terhadap total emisi.

3. Diketahui perbedaan emisi gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 , N_2O) antara bank sampah yang berbeda dan dapat diketahui faktor-faktor penentu yang berkontribusi pada emisi gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 , N_2O) di bank sampah Kabupaten Gunung Kidul, faktor-faktor tersebut bisa mencakup jumlah sampah yang dikelola, metode pengolahan sampah, serta penggunaan energi dalam aktivitas operasional bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul.
4. Diketahui perbandingan emisi gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 , N_2O) dari kondisi eksisting (aktivitas operasional bank sampah) dengan skenario (apabila sampah dilakukan pembakaran terbuka atau dibuang ke landfill) untuk memberikan gambaran lengkap tentang dampak emisi gas rumah kaca dari aktivitas operasional bank sampah dan membantu mengidentifikasi pilihan pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan untuk mengurangi dampak lingkungan dari emisi gas rumah kaca.

Dari penarikan kesimpulan di atas, dapat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan strategi-strategi baru dalam pengelolaan lingkungan khususnya terhadap pengendalian emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh aktivitas operasional bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul dalam penelitian-penelitian selanjutnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Bank Sampah

4.1.1 Aktivitas Operasional Bank Sampah

Identifikasi aktivitas operasional bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul yang mengambil 15 sampel bank sampah yang mempunyai tujuan agar dapat memberikan informasi serta mekanisme pengelolaan sampah yang dilakukan bank sampah secara langsung di lapangan. Berdasarkan hasil pengamatan serta wawancara berupa kuisioner didapatkan jumlah nasabah berkisar antara 30-250 nasabah, dimana jumlah nasabah yang aktif dihitung berdasarkan melakukan penyetoran dalam dua waktu berturut-turut. Untuk cakupan wilayah pelayanan tiap-tiap bank sampah sangat beragam, mulai dari satu atau beberapa rukun tetangga (RT), satu atau beberapa rukun warga (RW), satu padukuhan, dan satu kalurahan, namun pada beberapa bank sampah tidak hanya melayani wilayah cakupannya saja melainkan bisa dari luar wilayah cakupan seperti kalurahan, kapanewon, bahkan sampai kabupaten/kota lain di Daerah Istimewa Yogyakarta.

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa 15 bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul mengelola berbagai jenis sampah terutama sampah anorganik antara lain seperti plastik, kardus, kertas, logam, dan karet. Untuk sampah organik seperti sisa makanan dan dedaunan kering belum diterima oleh pihak bank sampah dikarenakan masing-masing warga menggunakan sampah organik untuk diolah menjadi pupuk dan juga terkadang untuk makanan ternak, namun untuk minyak jelantah beberapa pihak bank sampah akan menerima. Kemudian untuk mekanisme pengumpulan dan penerimaan sampah, setiap bank sampah menggunakan cara yang berbeda-beda antara lain sampah dijemput oleh pihak bank sampah dan juga sampah langsung diantar oleh nasabah menuju bank sampah, namun ada beberapa bank sampah yang mengambil sampah di titik-titik lokasi yang ditentukan pada tiap-tiap RT. Untuk alat transportasi yang digunakan dalam aktivitas pengumpulan rata-rata nasabah

menggunakan sepeda motor, sedangkan dari pihak bank sampah menggunakan sepeda motor roda tiga. Untuk kegiatan pengumpulan sampah di gudang bank sampah ataupun tempat penimbangan dilakukan penimbangan berat sampah setiap nasabah berdasarkan jenis dan dilakukan pencatatan kemudian akan dilakukan ke proses berikutnya.

Setiap bank sampah, sampah yang masuk rata-rata sudah dilakukan pemilahan oleh nasabah sebelum diantar ke bank sampah pada waktu yang telah ditentukan. Beberapa bank sampah tidak akan menerima dan menimbang sampah yang masih belum terpilah dari sumbernya, maka dari itu nasabah sudah harus memilah sampah sebelum disetor. Setelah itu pengurus bank sampah akan melakukan pemilahan manual secara detail berdasarkan jenis seperti besi A, besi B, dan sebagainya.

Proses pengolahan yang dilakukan oleh 15 bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul sejauh ini hanya terdapat proses pemilahan saja di beberapa bank sampah yang terdapat proses daur ulang sampah yang dimana hasilnya akan menjadi kerajinan tangan dari plastik menjadi, bunga, tas maupun ornamen berbentuk bunga-bunga. Namun kegiatan tersebut tidak dilakukan setiap saat melainkan hanya saat ada festival atau perayaan tertentu yang diselenggarakan oleh pemerintah untuk bank sampah yang ada di Kabupaten Gunung Kidul. Faktor yang menyebabkan terkendalanya hal tersebut yaitu sulit dalam melakukan pemasaran produk-produk tersebut untuk dijual maka dari itu kebanyakan sampah yang telah terkumpul kebanyakan langsung dijual oleh pihak bank sampah ke pengepul.

Sampah-sampah yang sudah dipilah dalam proses pemilahan akan disimpan di gudang terlebih dahulu atau langsung dijual ke pihak pengepul pada hari operasional tersebut, namun tidak banyak bank sampah memiliki gudang untuk menyimpan sampah dalam jumlah tertentu maka dari itu beberapa bank sampah memiliki jadwal operasional 1 bulan sekali dan sampahnya akan diangkut langsung oleh pengepul hari itu juga menggunakan truk ataupun mobil bak terbuka.

Tabel 4. 1 Aktivitas Operasional di Bank Sampah Kelompok Besar

Nama Bank Sampah	Teji Mandiri	Catur Mandiri	Mekar Sari	Mesra	Sejahtera Mandiri
Alamat Bank Sampah	Selang II Selang, Wonosari, Kab. Gunung Kidul	Selang IV RT 1 RW 4 Selang, Wonosari, Kab. Gunung Kidul	Gatak RT 8 RW 10 Gari Wonosari, Kab. Gunung Kidul	Wiladeg RT 3 RW 8 Karangmojo, Kab. Gunung Kidul	Sokoliman I, Bejiharjo, Karangmojo, Kab. Gunung Kidul
Jumlah Nasabah Aktif	40 Nasabah	90 Nasabah	100 Nasabah	30 Nasabah	45 Nasabah
Cakupan Pelayanan	Kalurahan	Kapanewon	Padukuhan	Padukuhan	Padukuhan
Jadwal Operasional	2 minggu sekali	2 minggu sekali	1 bulan sekali	1 bulan sekali	1 bulan sekali
Jenis Sampah yang diterima	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam, dan Karet	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam, dan Jelantah	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam, dan Jelantah
Banyak sampah yang diterima (3 bulan terakhir)	1314 Kg	1303,4 Kg	621,2 Kg	312,1 Kg	1184,5 Kg
Metode pengolahan	Pemilahan	Pemilahan	Pemilahan	Pemilahan	Pemilahan

Tabel 4. 2 Aktivitas Operasional di Bank Sampah Kelompok Sedang

Nama Bank Sampah	Keluarga Sejahtera	Pandan Asri	Ngudi Resik	ACTS	Ngudi Rejeki
Alamat Bank Sampah	Grogol III Bejiharjo, Karangmojo, Kab. Gunung Kidul	Pandansari RT 8 RW 17 Wonosari, Kab. Gunung Kidul	Kwangen Lor RT 3 RW 5 Pacarejo, Semanu, Kab. Gunung Kidul	Kropak RT 4 RW 16 Candirejo, Semanu, Kab. Gunung Kidul	Tegalrejo RT 4 RW 16, Gari, Wonosari, Kab. Gunung Kidul
Jumlah Nasabah Aktif	90 Nasabah	150 Nasabah	70 Nasabah	300 Nasabah	30 Nasabah
Cakupan Pelayanan	Padukuhan	Kalurahan	Padukuhan	Kapanewon	Padukuhan
Jadwal Operasional	1 bulan sekali	1 bulan sekali	1 bulan sekali	5 hari sekali	1 bulan sekali
Jenis Sampah yang diterima	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam, dan Jelantah	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam, dan Jelantah	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam, dan Jelantah	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam
Banyak sampah yang diterima (3 bulan terakhir)	654,8 Kg	1489,1 Kg	811,5 Kg	11132 Kg	756,5 Kg
Metode pengolahan	Pemilahan	Pemilahan	Pemilahan	Pemilahan	Pemilahan

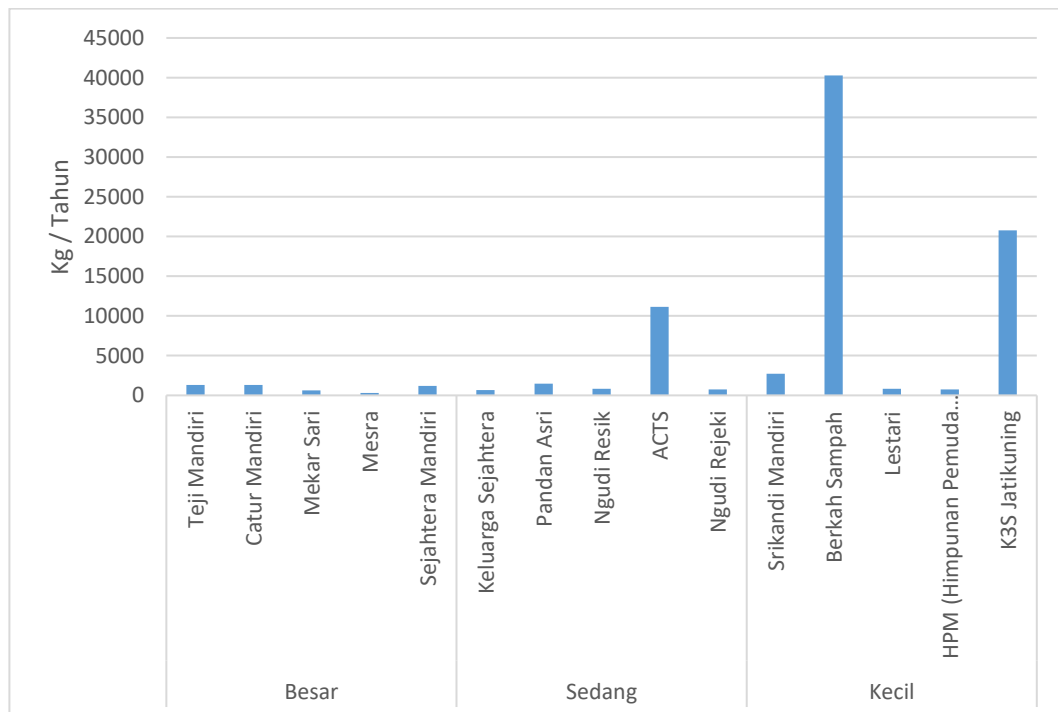
Tabel 4. 3 Aktivitas Operasional Bank Sampah Kelompok Kecil

Nama Bank Sampah	Srikandi Mandiri	Berkah Sampah	Lestari	HPM (Himpunan Pemuda Muttaqin)	K3S Jatikuning
Alamat Bank Sampah	Tawarsari RT 6 RW 18 Wonosari, Kab. Gunung Kidul	Salaran, Ngoro-oro, Patuk, Kab. Gunung Kidul	Grogol IV RT 4 RW 4 Bejiharjo, Karangmojo, Kab. Gunung Kidul	Sokasari, Ngoro-oro, Patuk, Kab. Gunung Kidul	Jatikuning RT 38 RW 11, Ngoro-oro, Patuk, Kab. Gunung Kidul
Jumlah Nasabah Aktif	250 Nasabah	50 Nasabah	30 Nasabah	30 Nasabah	30 Nasabah
Cakupan Pelayanan	Kalurahan	Kota/Kabupaten	Padukuhan	Padukuhan	Kapanewon
Jadwal Operasional	2 minggu sekali	Setiap Hari	1 bulan sekali	2 minggu sekali	Setiap Hari
Jenis Sampah yang diterima	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam, dan Karet	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam, dan Karet	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam	Kertas, Kardus, Plastik, Kaca, Logam, dan Karet
Banyak sampah yang diterima (3 bulan terakhir)	2717,3 Kg	40260 Kg	830 Kg	740,2 Kg	2076 Kg
Metode pengolahan	Pemilahan	Pemilahan	Pemilahan	Pemilahan	Pemilahan

4.1.2 Timbulan dan Komposisi Sampah

Untuk memberikan gambaran mengenai timbulan berat sampah yang diterima dan dikelola oleh ke-15 bank sampah yang teridentifikasi, akan ditampilkan sebuah diagram batang. Diagram batang ini didasarkan pada data berat sampah selama 3 bulan terakhir yang diperoleh melalui hasil wawancara dengan pihak bank sampah serta melalui pengumpulan data sekunder dari dokumen pencatatan atau buku *log book* bank sampah.

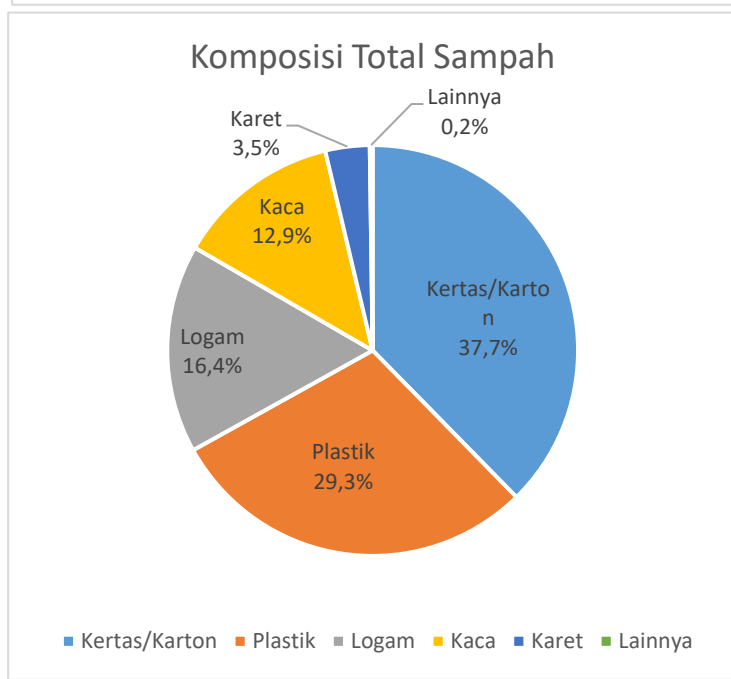
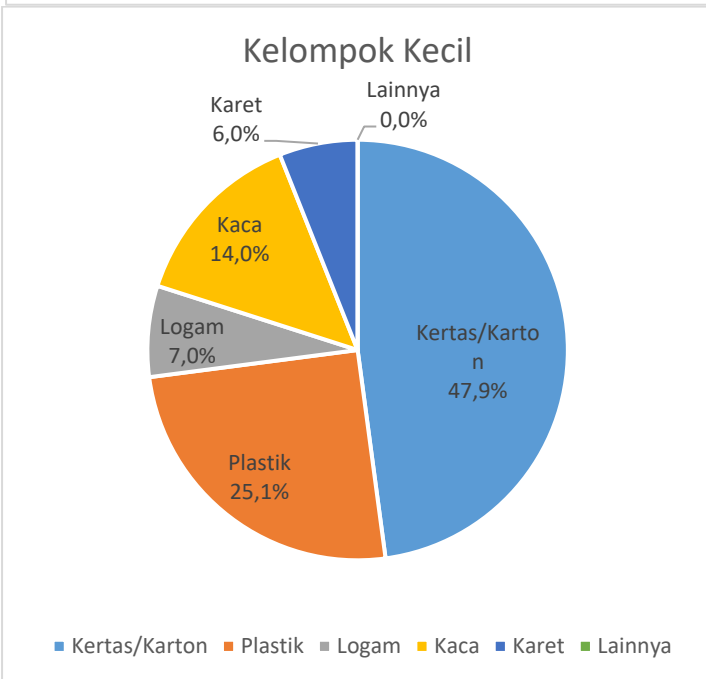
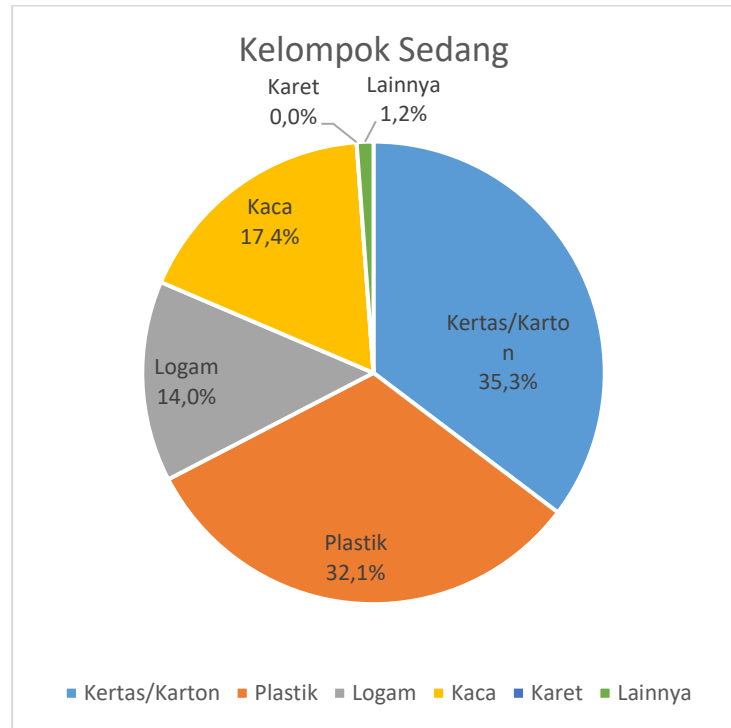
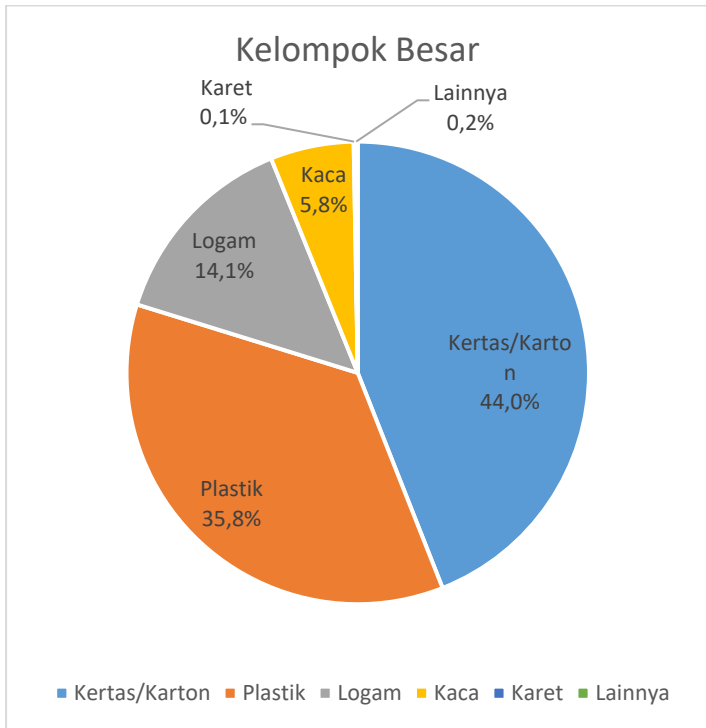
Melalui diagram batang ini, akan terlihat perbandingan berat sampah yang diterima dan dikelola oleh masing-masing bank sampah. Hal ini memberikan informasi tentang kontribusi masing-masing bank sampah dalam mengelola sampah dan pengaruhnya terhadap emisi gas rumah kaca yang dihasilkan.



Gambar 4. 1 Timbulan Sampah di 15 Bank Sampah Kabupaten Gunung Kidul

Dari hasil analisis timbunan sampah pada 15 sampel bank sampah yang terlihat pada Gambar 4.1, dapat diamati bahwa terdapat perbedaan nilai timbunan sampah yang signifikan. Timbunan sampah tertinggi dalam 3 bulan terakhir tercatat sebesar 40260 kg yaitu pada Bank Sampah Berkah Sampah, sementara timbunan sampah terendah adalah sebesar 312,1 kg yaitu pada Bank Sampah Mesra. Perbedaan timbunan sampah antara bank sampah tersebut sangat beragam. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh faktor-faktor seperti jumlah nasabah yang terdaftar di setiap bank sampah. Pada umumnya, semakin banyak nasabah yang terdaftar, maka diharapkan akan semakin banyak pula timbunan sampah yang dihasilkan. Namun, dalam kenyataannya, bank sampah dengan jumlah nasabah yang besar tidak selalu menghasilkan timbunan sampah yang tinggi. Hal ini mungkin disebabkan oleh menurunnya partisipasi nasabah yang terdaftar di bank sampah tersebut, di mana tidak semua nasabah secara rutin dalam menyetorkan sampah mereka ke bank sampah.

Analisis komposisi sampah dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis sampah yang diterima oleh bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul, dan untuk mengetahui jumlah pengepul yang terlibat dalam setiap bank sampah terkhusus yang memiliki keterkaitan dengan kegiatan pengangkutan. Hal ini penting karena setiap jenis sampah sering kali memiliki pengepul yang spesifik yang mengkhususkan diri dalam pengumpulan jenis sampah tertentu. Komposisi sampah dinyatakan dalam bentuk persentase. Persentase setiap jenis sampah didapatkan dengan membagi berat setiap jenis sampah dengan berat total sampah. Persentase komposisi sampah rumah tangga yang diterima dan dikelola oleh ke-15 sampel bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul dapat dilihat pada Gambar 4.2

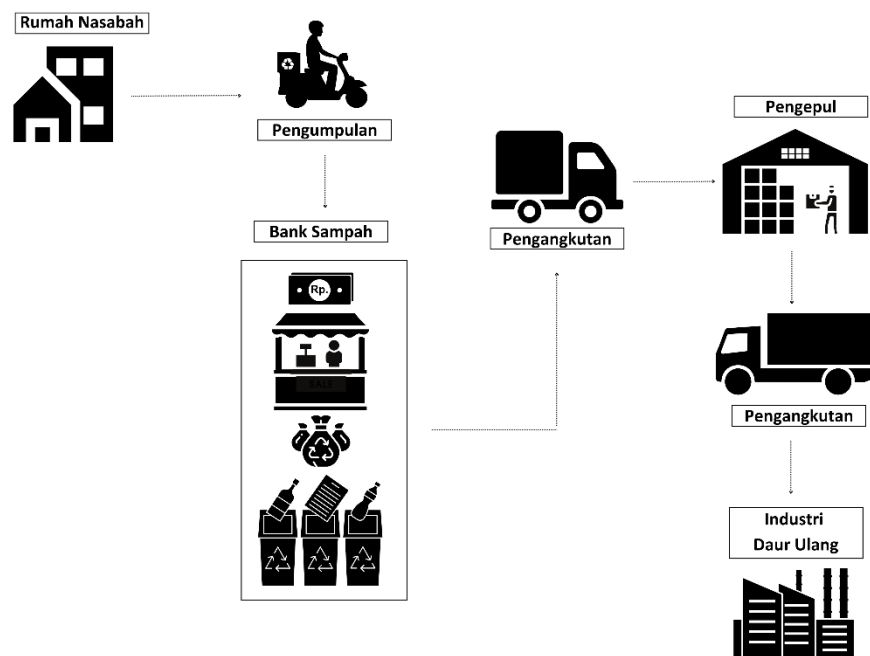


Gambar 4. 2 Komposisi Sampah Berdasarkan Kategori Bank Sampah

Berdasarkan informasi yang terlihat pada Gambar 4.2, dapat dilihat bahwa pada ke-15 sampel bank sampah paling banyak menerima sampah kertas/karton dengan presentase sebesar 37,7%, sementara sampah lainnya berupa jelantah memiliki presentase terendah yaitu sebesar 0,2%. Hal ini dikarenakan keberadaan sampah kertas/karton yang lebih mudah ditemui dalam kegiatan sehari-hari seperti sampah kertas HVS, kardus, koran, dan sejenisnya. Di sisi lain, salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah sampah lainnya berupa jelantah memiliki rata-rata terendah adalah bahwa beberapa bank sampah belum menerima atau mengelola sampah lainnya berupa jelantah secara khusus, sehingga presentase sampah lainnya berupa jelantah relatif sangat rendah dalam diagram diatas.

4.2 Aktivitas Bank Sampah

Secara umum aktivitas operasional bank sampah dapat digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut :



Gambar 4. 3 Diagram Alir Aktivitas Bank Sampah

Aktivitas pada bank sampah umumnya berupa kegiatan penanganan sampah yang diawali dari kegiatan pengumpulan sampah sampai pengangkutan menuju pengepul. Berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan secara langsung di lapangan tiap-tiap bank sampah kurang lebih memiliki alur tahapan yang sama. Tahapan pertama yakni proses pengumpulan yaitu nasabah membawa ataupun menyetor sampah yang telah dikumpulkan menuju ke bank sampah, dimana sampah yang akan disetor tersebut sebelumnya sudah harus dipilah dari rumah agar memudahkan pengurus bank sampah dalam melakukan penimbangan dan juga pencatatan pada *log book*. Kemudian setelah dilakukan kegiatan pengumpulan sampah-sampah tersebut akan ditimbang dan juga dicatat berdasarkan jenis sampah sebagai rekapan data sampah yang masuk di bank sampah. Setelah sampah-sampah tersebut dicatat dan ditimbang proses selanjutnya yaitu pengangkutan. Pengangkutan disini biasanya dilakukan oleh pihak pengepul yang menjemput langsung ke bank sampah, namun ada juga beberapa bank sampah yang mengantarkan sampah-sampah tersebut langsung ke gudang pengepul.

Dalam aktivitas bank sampah sendiri tidak serta merta memberikan dampak yang baik bagi lingkungan adapun dampak yang kurang baik yaitu emisi gas rumah kaca dari aktivitas operasional bank sampah. Aktivitas-aktivitas yang menghasilkan emisi gas rumah kaca antara lain yaitu pengumpulan dan pengangkutan.

- **Aktivitas Pengumpulan**

Dalam kegiatan pengumpulan sampah dari rumah menuju bank sampah terdapat emisi gas rumah kaca yang dihasilkan. Berdasarkan wawancara dan pengamatan secara langsung didapatkan bahwa kegiatan ini menggunakan kendaraan bermotor berupa sepeda motor dan juga motor roda tiga dengan menggunakan bahan bakar fosil berupa bensin RON 92. Berdasarkan buku Pedoman Perhitungan Inventarisasi Gas Rumah Kaca dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menyatakan bahwa kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil dapat menyumbang emisi gas rumah kaca berupa CO₂, CH₄, dan N₂O. Dalam

konteks ini emisi yang dihasilkan yaitu dari proses pembakaran yang terjadi pada kendaraan bermotor.

- **Aktivitas Pengangkutan**

Sementara itu pada kegiatan pengangkutan dari gudang bank sampah menuju gudang pengepul memiliki potensi yang sama dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca. Berdasarkan wawancara dan pengamatan secara langsung didapatkan bahwa kegiatan ini menggunakan kendaraan bermotor seperti truk dan mobil bak terbuka dengan menggunakan bahan bakar fosil berupa bensin RON 92 dan solar.

Kemudian, setelah proses pengangkutan sampah tiba di gudang pengepul disitu terjadi proses pemilahan lebih lanjut untuk memisahkan jenis-jenis sampah yang berbeda. Tujuan dilakukan pemilahan lebih lanjut yaitu untuk memastikan bahwa sampah dapat didaur ulang dengan cara yang efisien. Setelah proses pemilahan sampah yang sudah dipilah lebih lanjut tersebut akan disetorkan ke pengepul yang lebih besar atau langsung ke pabrik daur ulang untuk proses lebih lanjut.

Tabel 4. 4 Kegiatan Pengepul pada 15 Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul

No	Nama Bank Sampah	Pengepul	Alamat	Jenis Sampah Yang Diterima oleh Pengepul	Pengolahan	Tujuan Penyetoran	Jenis Sampah Yang disetorkan
1	Teji Mandiri	Mas Ardi	Ngoro-oro, Patuk	Semua Jenis	Pemilahan	Zulfa Mandiri, Klaten (Pabrik Recycle)	Plastik, Kardus, Kertas
						Mitra Logam, Gunung Kidul (Pengepul)	Logam
2	Catur Mandiri	Pak Puryanto	Selang V Wonosari	Semua Jenis	Pemilahan	Pak Ngatiman, Wonosari (Pengepul)	Plastik
						Bintang Raya, Klaten (Pabrik Recycle)	Kertas, Kardus
						Pak Harno, Klaten (Pengepul)	Besi
3	Mekar Sari	Mas Titung	Kajar II Wonosari	Semua Jenis	Pemilahan	Solo (Pabrik Recycle)	Kertas, Kardus, Platsik
4	Mesra	Mas Titung	Kajar II Wonosari	Semua Jenis	Pemilahan	Solo (Pabrik Recycle)	Kertas, Kardus, Platsik
5	Sejahtera Mandiri	Mas Titung	Kajar II Wonosari	Semua Jenis	Pemilahan	Solo (Pabrik Recycle)	Kertas, Kardus, Platsik
6	Keluarga Sejahtera	Mas Titung	Kajar II Wonosari	Semua Jenis	Pemilahan	Solo (Pabrik Recycle)	Kertas, Kardus, Platsik
7	Pandan Asri	Mas Titung	Kajar II Wonosari	Semua Jenis	Pemilahan	Solo (Pabrik Recycle)	Kertas, Kardus, Platsik
8	Ngudi Resik	Mas Titung	Kajar II Wonosari	Semua Jenis	Pemilahan	Solo (Pabrik Recycle)	Kertas, Kardus, Platsik
9	ACTS	Pak Supardiyono	Karangrejek Wonosari	Semua Jenis	Pemilahan	Bu Dani, Kota Yogyakarta (Pengepul)	Kertas, Kardus
						Nusantara Plastik, Solo (Pabrik Recycle)	Plastik

No	Nama Bank Sampah	Pengepul	Alamat	Jenis Sampah Yang Diterima oleh Pengepul	Pengolahan	Tujuan Penyetoran	Jenis Sampah Yang disetorkan
10	Ngudi Rejeki	Mas Titung	Kajar II Wonosari	Semua Jenis	Pemilahan	Solo (Pabrik Recycle)	Kertas, Kardus, Platsik
11	Srikandi Mandiri	Mas Ari	Selang V Wonosari	Semua Jenis	Pemilahan	Pak Ngatiman, Wonosari (Pengepul)	Plastik
						Bintang Raya, Klaten (Pabrik Recycle)	Kertas, Kardus
						Pak Harno, Klaten (Pengepul)	Besi
12	Berkah Sampah	Mas Ardi	Ngoro-oro, Patuk	Semua Jenis	Pemilahan	Zulfa Mandiri, Klaten (Pabrik Recycle)	Plastik, Kardus, Kertas
						Mitra Logam, Gunung Kidul (Pengepul)	Logam
13	Lestari	Mas Titung	Kajar II Wonosari	Semua Jenis	Pemilahan	Solo (Pabrik Recycle)	Kertas, Kardus, Platsik
14	HPM (Himpunan Pemuda Muttaqin)	Mas Ardi	Ngoro-oro, Patuk	Semua Jenis	Pemilahan	Zulfa Mandiri, Klaten (Pabrik Recycle)	Plastik, Kardus, Kertas
						Mitra Logam, Gunung Kidul (Pengepul)	Logam
15	K3S Jatikuning	Sari Asih	Sambipitu, Playen	Semua Jenis	Pemilahan	Pak Tukijan, Patuk Gunungkidul (Pengepul)	Plastik
						Bintang Raya, Solo (Pabrik Recycle)	Kardus, Kertas

4.3 Potensi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Aktivitas Bank Sampah

4.3.1 Pengumpulan

Perhitungan emisi GRK dari aktivitas pengumpulan sampah dari rumah-rumah nasabah menuju ke tempat penimbangan atau gudang bank sampah menggunakan pendekatan berdasarkan jumlah kendaraan dan rata-rata jarak tempuhnya untuk menentukan tingkat emisi pada kegiatan transportasi dalam bentuk konsumsi bahan bakar kendaraan. Nilai rata-rata konsumsi bahan bakar menggambarkan konversi jumlah jarak tempuh ke jumlah konsumsi bahan bakar yang digunakan dengan satuan km/l. Perhitungan rata-rata konsumsi bahan bakar didapatkan dengan membagi nilai panjang perjalanan kendaraan tahunan dengan rata-rata konsumsi kendaraan.

Dalam perhitungan rata-rata konsumsi tahunan setiap jenis kendaraan bahan bakar menggunakan beberapa asumsi konsumsi bahan bakar dan asumsi hasil konsumsi bahan bakar. Diasumsikan bahwa semua mobil pick-up, motor roda tiga dan sepeda motor menggunakan bahan bakar bensin, sedangkan truk menggunakan solar sebagai bahan bakarnya (Kemenhub, 2010). Asumsi konsumsi bahan bakar rata-rata yang digunakan yaitu:

- a. Mobil pick-up = 7,8 km/liter Bensin
- b. Sepeda Motor dan Motor roda tiga = 21,5 km/liter Bensin
- c. Truk = 4,5 km/liter Solar

Kemudian setelah ditemukan konsumsi BBM tahunan setiap jenis kendaraan, setelahnya dilakukan konversi dari satuan liter ke satuan Tera-Joule atau Tj dengan cara mengalikan konsumsi BBM tahunan setiap jenis kendaraan dengan nilai kalor jenis BBM-nya. Kemudian perhitungan emisi dapat dilakukan dengan mengalikan konsumsi bahan bakar tahunan yang bersatuan TJ dengan faktor emisi masing-masing bahan bakar. Faktor emisi yang digunakan untuk menghitung emisi CO₂ menggunakan faktor emisi bahan bakar Indonesia (Tier-2), sedangkan untuk CH₄ dan N₂O digunakan faktor emisi default dari IPCC (Tier-1).

a. Perhitungan Emisi CO₂

Perhitungan emisi CO₂ sektor transportasi dilakukan dengan mengalikan rata-rata konsumsi bahan bakar dengan faktor emisi. Faktor emisi yang digunakan untuk bensin 72600 kg CO₂/TJ dan solar 74433 kg CO₂/TJ. Dari 15 sampel bank sampah sebagai contoh perhitungan emisi CO₂ di Bank Sampah Teji Mandiri dari kegiatan pengumpulan sebesar 53,487 kg CO₂/tahun.

Bank Sampah Teji Mandiri sendiri beroperasi 2 minggu sekali, dengan jumlah nasabah yang aktif sebanyak 40 orang. Pada kegiatan pengumpulan di Bank Sampah Teji Mandiri menggunakan alat transportasi berupa sepeda motor dan motor roda tiga yang keduanya menggunakan bahan bakar berupa Pertamina atau bensin RON 92. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CO₂ berdasarkan dari bahan bakar RON 92 dengan menggunakan rumus IPCC metode Tier-2 dengan nilai faktor emisi RON 92 sebesar 72600 kg/TJ, nasabah di Bank Sampah Teji Mandiri mencakup satu Kalurahan yaitu Kalurahan Selang namun Bank Sampah Teji Mandiri juga memiliki beberapa nasabah yang berasal dari luar Kalurahan. Untuk perhitungan mengenai jarak tempuh dalam 1 Tahun adalah sebagai berikut:

*Jarak Tempuh 1 Tahun = Jumlah nasabah aktif ×
Jumlah waktu operasional dalam 1 Tahun × Rata – rata Jarak Tempuh*

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh 1 Tahun Selang I} &= 8 \times 24 \times 1,6 \\ \text{Jarak Tempuh 1 Tahun Selang I} &= 38,4 \text{ km} \end{aligned}$$

Berikut hasil perhitungan untuk jumlah jarak tempuh 1 Tahun di Bank Sampah Teji Mandiri :

Tabel 4. 5 Perhitungan Jarak Tempuh 1 Tahun di Bank Sampah Teji Mandiri

Alamat Nasabah	Jumlah Nasabah Aktif	Jumlah Waktu Operasional (1 Tahun)	Jarak Tempuh (Km)	Jarak Tempuh dalam 1 Tahun (Km)
	a	b	c	d = (axbxc)
Selang I	8	24	1,6	38,4
Selang II	14	24	1	24
Selang III	6	24	1,4	33,6
Ringinsari	3	24	5,8	139,2
Pandansari	2	24	2,6	62,4
Gadungsari	3	24	3,4	81,6
Tawarsari	4	24	4,2	100,8
Total	40	168	20	480

Berikut perhitungan untuk konsumsi bahan bakar selama 1 tahun:

$$\text{Konsumsi BBM (liter)} = \frac{\text{Jarak Tempuh 1 Tahun (km)}}{\text{Rata - rata Konsumsi bahan bakar } \left(\frac{\text{km}}{\text{liter}}\right)}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi BBM Selang I} &= \frac{38,4}{21,5} \\ &= 1,786 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\text{Konsumsi BBM (liter)} = \text{Rata - rata Konsumsi bahan bakar } \left(\frac{\text{Km}}{\text{liter}}\right) \times \text{Jarak Tempuh 1 Tahun}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi BBM Selang I} &= 21,5 \times 38,4 \\ &= 1,786 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\text{Konsumsi BBM (Tj)} = \text{Konsumsi BBM (liter)} \times \text{Nilai Kalor } \left(\frac{\text{Tj}}{\text{liter}}\right)$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi BBM Selang I} &= 1,786 \times (33 \times 10^{-6}) \\ &= 0,00005894 \text{ Tj} \end{aligned}$$

Tabel 4. 6 Perhitungan Konsumsi BBM di Bank Sampah Teji Mandiri

Alamat Nasabah	Konsumsi BBM (Liter)	Konsumsi BBM (TJ)
	$e = d / \text{Rata-rata Konsumsi BB}$	$f = e \times \text{nilai kalor}$
Selang I	1,786	0,00005894
Selang II	1,116	0,00003684
Selang III	1,562	0,00005157
Ringinsari	6,474	0,00021366
Pandansari	2,902	0,00009578
Gadungsari	3,795	0,00012525
Tawarsari	4,688	0,00015472
Total	22,325	0,00073674

Berikut merupakan perhitungan Emisi CO₂ yang dihasilkan oleh Bank Sampah Teji Mandiri dari kegiatan pengumpulan selama satu tahun:

$$Emisi CO_2 = Konsumsi BBM (Tj) \times Faktor Emisi CO_2 \left(kg \frac{CO_2}{Tj} \right)$$

$$\begin{aligned} Emisi CO_2 \text{ Selang I} &= 0,0000589 \times 72600 \text{ kg } CO_2/TJ \\ &= 4,279 \text{ kg } CO_2/TJ \end{aligned}$$

Tabel 4. 7 Perhitungan Emisi CO₂ di Bank Sampah Teji Mandiri

Alamat Nasabah	Emisi CO₂ (kg CO₂/tahun)
Selang I	4,279
Selang II	2,674
Selang III	3,744
Ringinsari	15,511
Pandansari	6,953
Gadungsari	9,092
Tawarsari	11,232
Total	53,487

Hasil perhitungan emisi baik CH₄, CO₂, dan N₂O selanjutnya dikonversikan dalam bentuk CO₂(eq) dengan menggunakan Indeks Potensi Pemanasan Global (Global Warming Potential = GWP). 1 kg gas CH₄, setara dengan 29,8 CO₂(eq) dan untuk 1 kg gas N₂O setara dengan 273 kg CO₂ (eq) (IPCC, 2006). Contoh perhitungan konversi emisi CO₂ untuk kegiatan pengumpulan pada Bank Sampah Berkah dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 4. 8 Konversi Emisi ke kg CO₂eq/tahun di Bank Sampah Teji Mandiri

Jenis Aktivitas	CO₂ (kg CO₂/tahun)	CO₂ (kg CO₂eq/tahun)
Pengumpulan	53,487	53,487

Berdasarkan perhitungan total emisi gas rumah kaca CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas pengumpulan bank sampah pada 15 sampel bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul dalam waktu satu tahun, perbandingan emisi gas rumah kaca CO₂ di masing-masing bank sampah dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4. 9 Emisi CO₂ dari Kegiatan Pengumpulan 15 Sampel Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul

No	Kategori	Nama Bank Sampah	CO ₂ (kg CO ₂ eq/tahun)
1	Besar	Teji Mandiri	53,487
2		Catur Mandiri	117,672
3		Mekar Sari	4,412
4		Mesra	1,872
5		Sejahtera Mandiri	1,872
6	Sedang	Keluarga Sejahtera	1,872
7		Pandan Asri	19,790
8		Ngudi Resik	8,825
9		ACTS	208,601
10		Ngudi Rejeki	1,337
11	Kecil	Srikandi Mandiri	24,069
12		Berkah Sampah	406,505
13		Lestari	1,604
14		HPM (Himpunan Pemuda Muttaqin)	5,348
15		K3S Jatikuning	658,967
Total			1516,24

b. Perhitungan Emisi CH₄

Dalam perhitungan emisi CH₄ secara prinsip sama dengan perhitungan untuk emisi CO₂ namun yang menjadi pembeda adalah nilai faktor emisi bahan bakar yang digunakan adalah faktor emisi bahan bakar untuk CH₄. Faktor emisi yang digunakan pada emisi CH₄ adalah faktor emisi default IPCC untuk bensin yaitu 33 kg CH₄/TJ dan solar 3,9 kg CH₄/TJ. Berdasarkan perhitungan total emisi gas rumah kaca CH₄ yang dihasilkan dari aktivitas pengumpulan bank sampah pada 15 sampel bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul dalam kurun waktu satu tahun, perbandingan emisi gas rumah kaca CH₄ di masing-masing bank sampah dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 10 Emisi CH₄ Kegiatan Pengumpulan 15 Sampel Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul

No	Kategori	Nama Bank Sampah	CH ₄ (kg CO ₂ eq/tahun)
1	Besar	Teji Mandiri	0,607
2		Catur Mandiri	1,337
3		Mekar Sari	0,0501
4		Mesra	0,0212
5		Sejahtera Mandiri	0,0212
6	Sedang	Keluarga Sejahtera	0,0212
7		Pandan Asri	0,2248
8		Ngudi Resik	0,1002
9		ACTS	2,3704
10		Ngudi Rejeki	0,0151
11	Kecil	Srikandi Mandiri	0,2735
12		Berkah Sampah	4,6193
13		Lestari	0,0182
14		HPM (Himpunan Pemuda Muttaqin)	0,0607
15		K3S Jatikuning	7,4882
Total			17,230

c. Perhitungan Emisi N₂O

Sama halnya dengan CO₂ dan CH₄, emisi N₂O juga memiliki prinsip prinsip perhitungan yang sama namun dengan faktor emisi bahan bakar yang berbeda. Faktor emisi yang digunakan pada emisi N₂O adalah faktor emisi default IPCC untuk bensin yaitu 3,2 kg N₂O/TJ dan solar 3,9 kg N₂O /TJ. Dari 15 sampel bank sampah sebagai contoh perhitungan emisi N₂O di Bank Sampah Teji Mandiri dari kegiatan pengumpulan sebesar 0,0023 kg N₂O/tahun. Berdasarkan perhitungan total emisi gas rumah kaca CH₄ yang dihasilkan dari aktivitas pengumpulan bank sampah pada 15 sampel bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul dalam kurun waktu satu

tahun, perbandingan emisi gas rumah kaca N₂O di masing-masing bank sampah dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 11 Emisi N₂O Kegiatan Pengumpulan 15 Sampel Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul

No	Kategori	Nama Bank Sampah	N ₂ O (kg CO ₂ eq/tahun)
1	Besar	Teji Mandiri	0,702
2		Catur Mandiri	1,545
3		Mekar Sari	0,057
4		Mesra	0,024
5		Sejahtera Mandiri	0,024
6	Sedang	Keluarga Sejahtera	0,024
7		Pandan Asri	0,259
8		Ngudi Resik	0,115
9		ACTS	2,739
10		Ngudi Rejeki	0,017
11	Kecil	Srikandi Mandiri	0,316
12		Berkah Sampah	5,339
13		Lestari	0,021
14		HPM (Himpunan Pemuda Muttaqin)	0,0702
15		K3S Jatikuning	8,655
Total			19,915

4.3.2 Pengangkutan ke Pengepul

Metode perhitungan emisi gas rumah kaca dari aktivitas pengangkutan sampah dari gudang bank sampah menuju gudang pengepul ini menggunakan pendekatan yang serupa dengan yang digunakan pada aktivitas pengumpulan. Pendekatan tersebut berdasarkan jumlah kendaraan yang digunakan dan rata-rata jarak tempuhnya untuk menentukan tingkat emisi pada kegiatan transportasi dalam bentuk konsumsi bahan bakar kendaraan. Nilai rata-rata konsumsi bahan bakar menggambarkan konversi jumlah jarak tempuh menjadi jumlah konsumsi bahan bakar dengan satuan km/l. Sama halnya dengan kegiatan pengumpulan, proses pengangkutan ini melibatkan penggunaan kendaraan bermotor, seperti mobil pick-up dan truk, sebagai sarana transportasi.

a. Perhitungan Emisi CO₂

Perhitungan emisi CO₂ sektor transportasi dilakukan dengan mengalikan rata-rata konsumsi bahan bakar dengan faktor emisi. Faktor emisi yang digunakan untuk bensin 72600 kg CO₂/TJ dan solar 74433 kg CO₂/TJ. Dari 15 sampel bank sampah sebagai contoh perhitungan emisi CO₂ di Bank Sampah Teji Mandiri dari kegiatan pengangkutan sebesar 324,35 kg CO₂/tahun.

Bank Sampah Teji Mandiri sendiri menyetorkan sampahnya kepada pengepul yaitu Mas Ardi yang beralamat di Ngoro-oro, Patuk, Kab. Gunung Kidul dalam jangka waktu 2 minggu sekali. Pada kegiatan pengangkutan Mas Ardi menjemput sampah di Bank Sampah Teji Mandiri menggunakan alat transportasi berupa mobil pick-up yang menggunakan bahan bakar berupa Pertamina atau bensin RON 92. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CO₂ berdasarkan dari bahan bakar RON 92 dengan menggunakan rumus IPCC metode Tier-2 dengan nilai faktor emisi RON 92 sebesar 72600 kg/TJ. Untuk perhitungan mengenai jarak tempuh dalam 1 Tahun adalah sebagai berikut:

Jarak Tempuh 1 Tahun =
Jumlah waktu pengangkutan dalam 1 tahun × Jarak Tempuh

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh 1 Tahun} &= 44 \times 24 \\ \text{Jarak Tempuh 1 Tahun} &= 1056 \text{ km} \end{aligned}$$

Berikut perhitungan untuk konsumsi bahan bakar selama 1 tahun:

$$\text{Konsumsi BBM (liter)} = \frac{\text{Jarak Tempuh 1 Tahun (km)}}{\text{Rata - rata Konsumsi bahan bakar } \left(\frac{\text{km}}{\text{liter}}\right)}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi BBM} &= \frac{1056}{7,8} \\ &= 135,384 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\text{Konsumsi BBM (Tj)} = \text{Konsumsi BBM (liter)} \times \text{Nilai Kalor} \left(\frac{\text{Tj}}{\text{liter}} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi BBM} &= 135,384 \times (33 \times 10^{-6}) \\ &= 0,000446 \text{ Tj} \end{aligned}$$

Berikut merupakan perhitungan Emisi CO₂ yang dihasilkan oleh Bank Sampah Teji Mandiri dari kegiatan pengangkutan selama satu tahun:

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{Konsumsi BBM (Tj)} \times \text{Faktor Emisi CO}_2 \left(\text{kg} \frac{\text{CO}_2}{\text{Tj}} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{Emisi CO}_2 \text{ Selang 1} &= 0,00446 \times 72600 \text{ kg CO}_2/\text{Tj} \\ &= 324,354 \text{ kg CO}_2/\text{Tj} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan total emisi gas rumah kaca CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas pengangkutan bank sampah pada 15 sampel bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul dalam waktu satu tahun, perbandingan emisi gas rumah kaca CO₂ di masing-masing bank sampah dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4. 12 Emisi CO₂ Kegiatan Pengangkutan Pengepul 15 Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul

No	Kategori	Nama Bank Sampah	CO ₂ (kg CO ₂ eq/tahun)
1	Besar	Teji Mandiri	324,354
2		Catur Mandiri	7,371
3		Mekar Sari	35,384
4		Mesra	48,653
5		Sejahtera Mandiri	73,716
6	Sedang	Keluarga Sejahtera	22,115
7		Pandan Asri	36,858
8		Ngudi Resik	73,716
9		ACTS	1253,187
10		Ngudi Rejeki	18,429
11	Kecil	Srikandi Mandiri	35,384
12		Berkah Sampah	36,858
13		Lestari	11,0575
14		HPM (Himpunan Pemuda Muttaqin)	29,486
15		K3S Jatikuning	70,031
Total			2076,605

b. Perhitungan Emisi CH₄

Berdasarkan perhitungan total emisi gas rumah kaca CH₄ yang dihasilkan dari aktivitas pengangkutan bank sampah pada 15 sampel bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul dalam waktu satu tahun, perbandingan emisi gas rumah kaca CH₄ di masing-masing bank sampah dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4. 13 Emisi CH₄ Kegiatan Pengangkutan Pengepul 15 Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul

No	Kategori	Nama Bank Sampah	CH ₄ (kg CO ₂ eq/tahun)
1	Besar	Teji Mandiri	3,685
2		Catur Mandiri	0,083
3		Mekar Sari	0,402
4		Mesra	0,552
5		Sejahtera Mandiri	0,837
6	Sedang	Keluarga Sejahtera	0,251
7		Pandan Asri	0,418
8		Ngudi Resik	0,837
9		ACTS	14,24
10		Ngudi Rejeki	0,209
11	Kecil	Srikandi Mandiri	0,402
12		Berkah Sampah	0,418
13		Lestari	0,125
14		HPM (Himpunan Pemuda Muttaqin)	0,335
15		K3S Jatikuning	0,795
Total			23,597

c. Perhitungan Emisi N₂O

Berdasarkan perhitungan total emisi gas rumah kaca N₂O yang dihasilkan dari aktivitas pengangkutan bank sampah pada 15 sampel bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul dalam waktu satu tahun, perbandingan

emisi gas rumah kaca CO₂ di masing-masing bank sampah dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4. 14 Emisi N₂O Kegiatan Pengangkutan Pengepul 15 Bank Sampah di Kabupaten Gunung Kidul

No	Kategori	Nama Bank Sampah	N ₂ O (kg CO ₂ eq/tahun)
1	Besar	Teji Mandiri	4,260
2		Catur Mandiri	0,096
3		Mekar Sari	0,4647
4		Mesra	0,639
5		Sejahtera Mandiri	0,968
6	Sedang	Keluarga Sejahtera	0,290
7		Pandan Asri	0,484
8		Ngudi Resik	0,968
9		ACTS	16,460
10		Ngudi Rejeki	0,242
11	Kecil	Srikandi Mandiri	0,464
12		Berkah Sampah	0,484
13		Lestari	0,145
14		HPM (Himpunan Pemuda Muttaqin)	0,387
15		K3S Jatikuning	0,919
Total			27,276

4.3.3 Pengangkutan dari Pengepul ke Industri

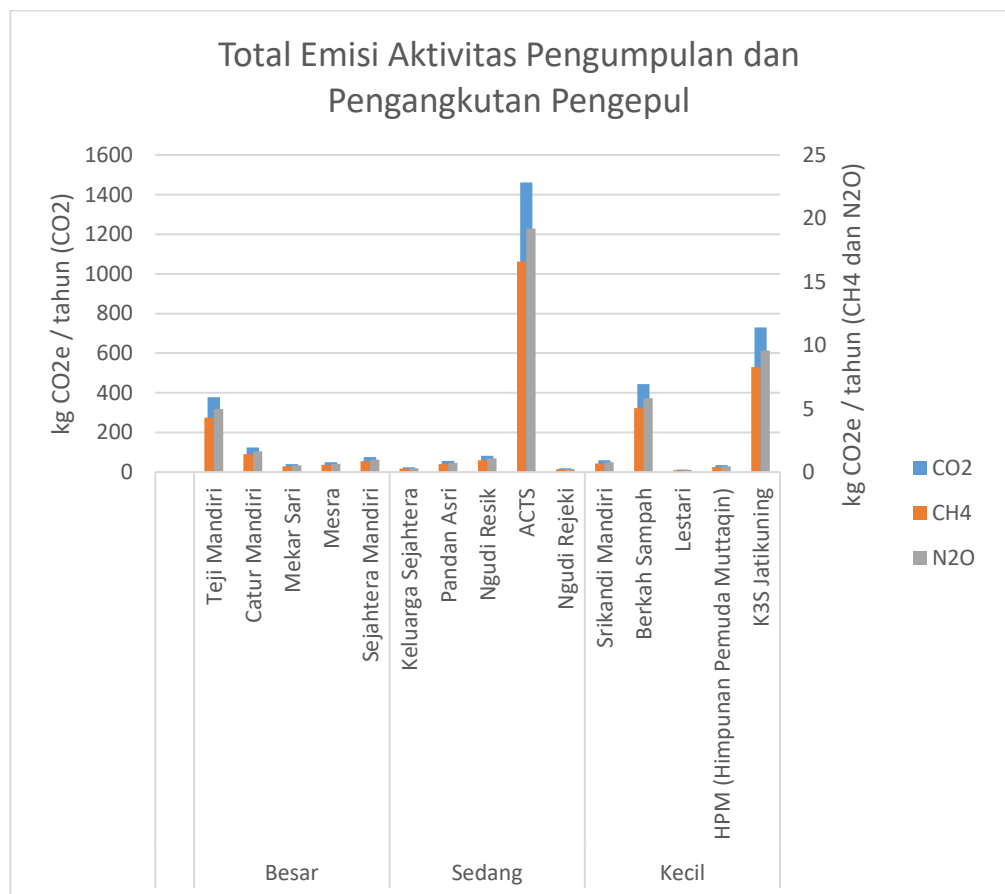
Perhitungan nilai emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) pada masing-masing bank sampah ini didapat dari jumlah total emisi pengangkutan dari nasabah ke bank sampah dan jumlah pengangkutan dari bank sampah menuju pengepul. Hasil perhitungan total emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) di ke-15 sampel bank sampah dapat dilihat pada gambar berikut.

Tabel 4. 15 Emisi GRK Kegiatan Pengangkutan Pengepul ke Industri

No	Pengepul	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1	Mas Ardi	143,748	1,633	1,888
2	Pak Puryanto	360,107	4,092	4,73
3	Mas Titung	224,836	2,554	2,953
4	Pak Supardiyono	390,699	4,439	5,131
5	Mas Ari	360,107	4,092	4,73
6	Sari Asih	250,637	2,848	3,292
Total		1730,136	19,660	22,725

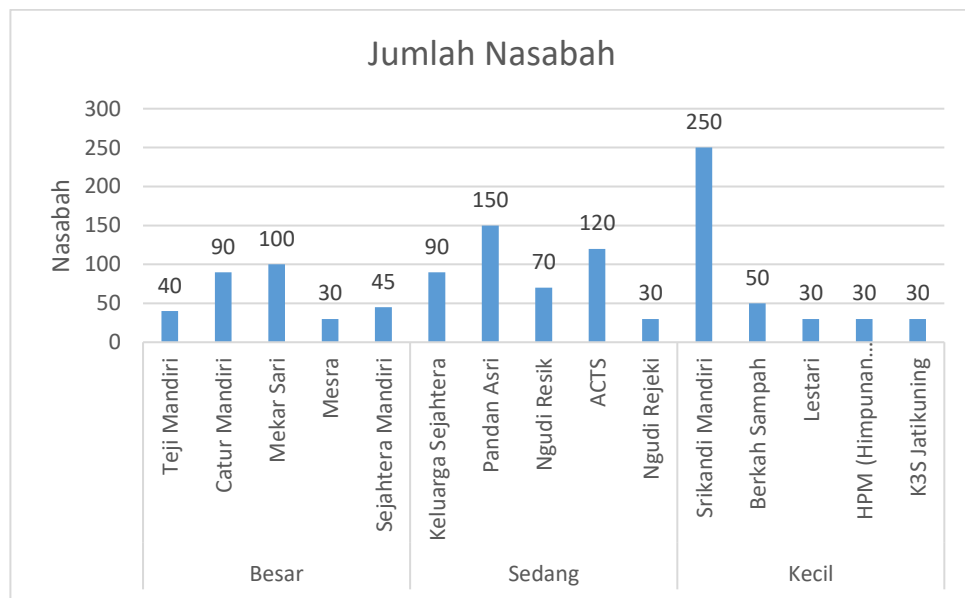
4.3.4 Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Operasional Bank Sampah

a. Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktiivitas Pengumpulan dan Pengangkutan Pengepul



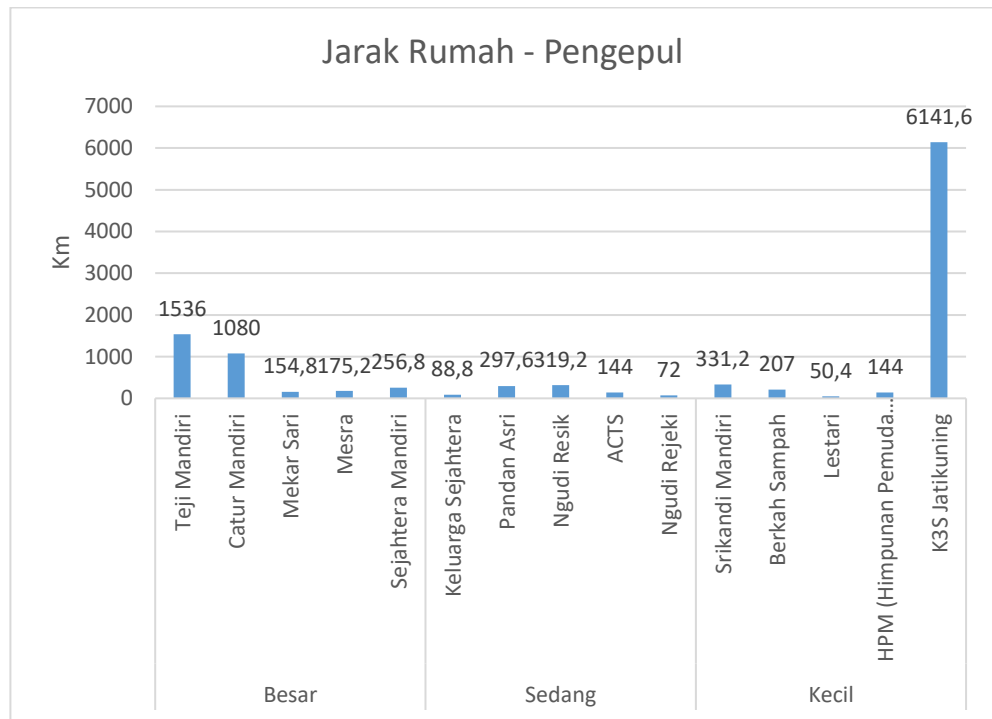
Gambar 4. 4 Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Pengumpulan dan Pengangkutan Pengepul

Berdasarkan gambar 4.4 diatas menunjukkan bahwa Bank Sampah ACTS menghasilkan emisi gas rumah kaca tertinggi, hal tersebut terjadi dikarenakan jarak pengumpulan dan pengangkutan yang dilakukan cukup jauh sehingga menyebabkan emisi gas rumah kaca seperti CO₂, CH₄, dan N₂O tinggi dibandingkan bank sampah lain di Kabupaten Gunung Kidul.



Gambar 4. 5 Diagram Jumlah Nasabah 15 Bank Sampah

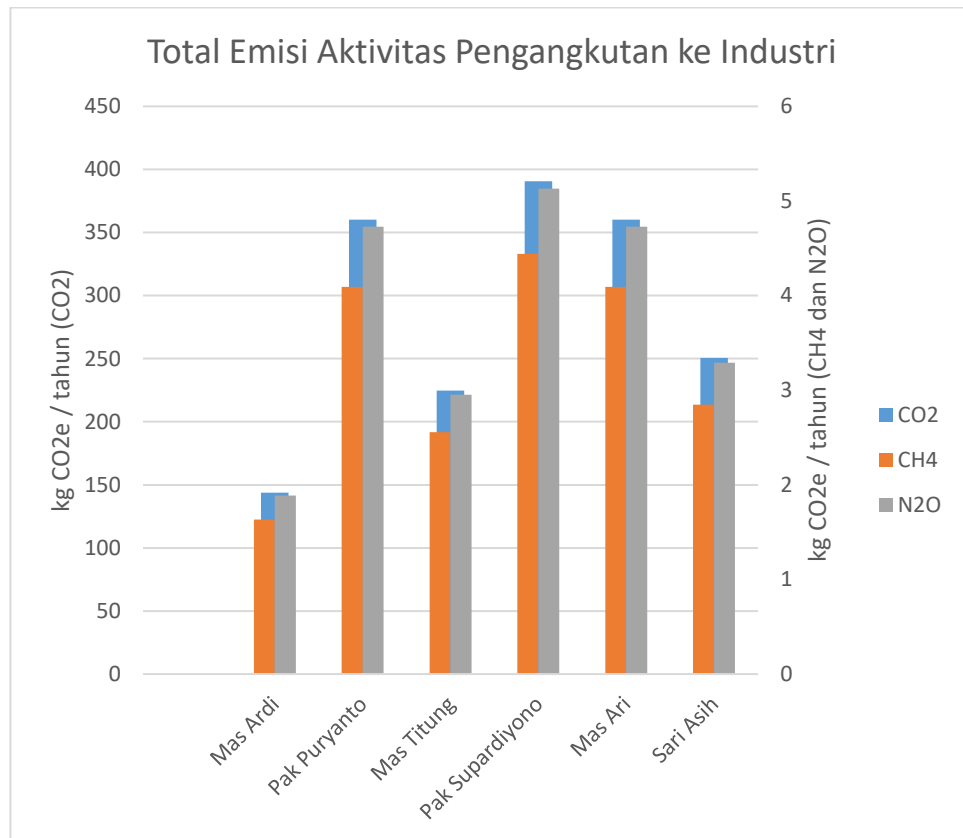
Berdasarkan gambar 4.5 dapat dilihat jumlah nasabah tertinggi yaitu dari Bank Sampah Srikandi Mandiri dengan total 250 Nasabah. Jumlah nasabah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingginya emisi gas rumah kaca dari suatu bank sampah. Dikarenakan setiap nasabah mengumpulkan sampah ke bank sampah menggunakan transportasi yaitu sepeda motor.



Gambar 4. 6 Diagram Jarak Rumah - Pengepul

Berdasarkan gambar 4.6 dapat dilihat jarak rumah – pengepul terbesar yaitu dari Bank Sampah K3S Jatikuning sejauh 6.141,6 Km dalam waktu operasional 1 tahun. Jarak yang jauh tersebut dikarenakan bank sampah K3S Jatikuning memiliki wilayah cakupan yang luas yaitu beberapa kecamatan di Kabupaten Gunung Kidul.

b. Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Pengangkutan ke Industri



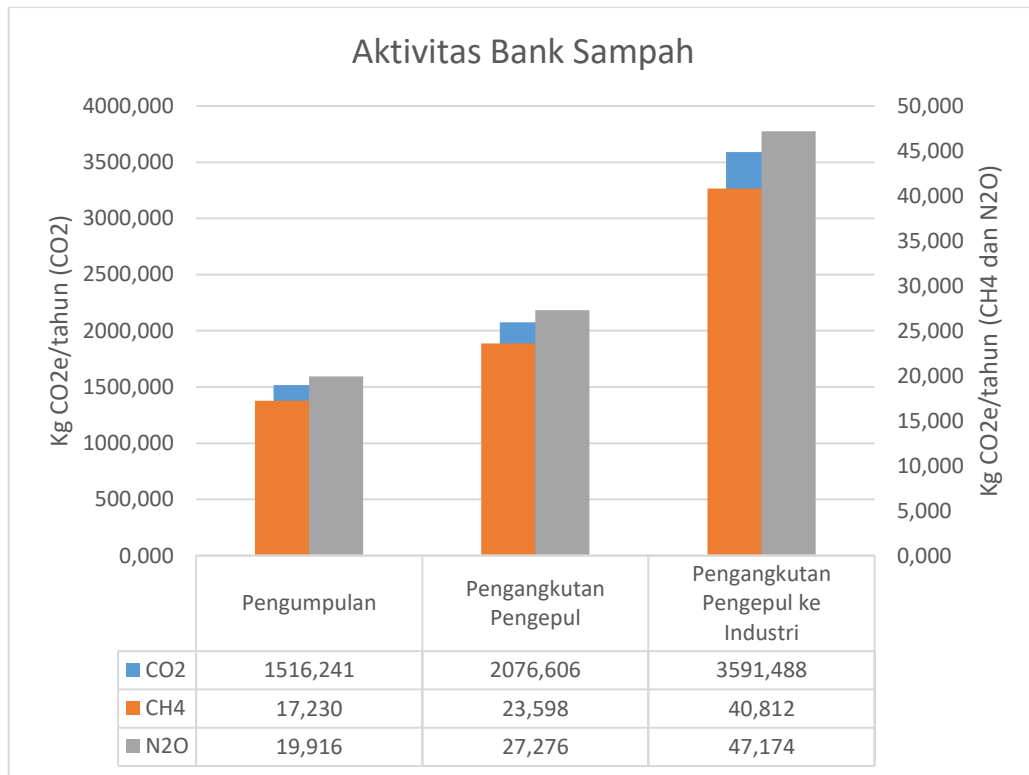
Gambar 4. 7 Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Pengangkutan ke Industri

Berdasarkan gambar 4.7 diatas menunjukkan bahwa kelima pengepul kurang lebih menghasilkan emisi gas rumah kaca yang sama sekitar 100 – 400 kg CO₂e / tahun, dimana Pak Supardiyono menghasilkan emisi gas rumah kaca tertinggi di Kabupaten Gunung Kidul.

c. Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Operasional Bank Sampah

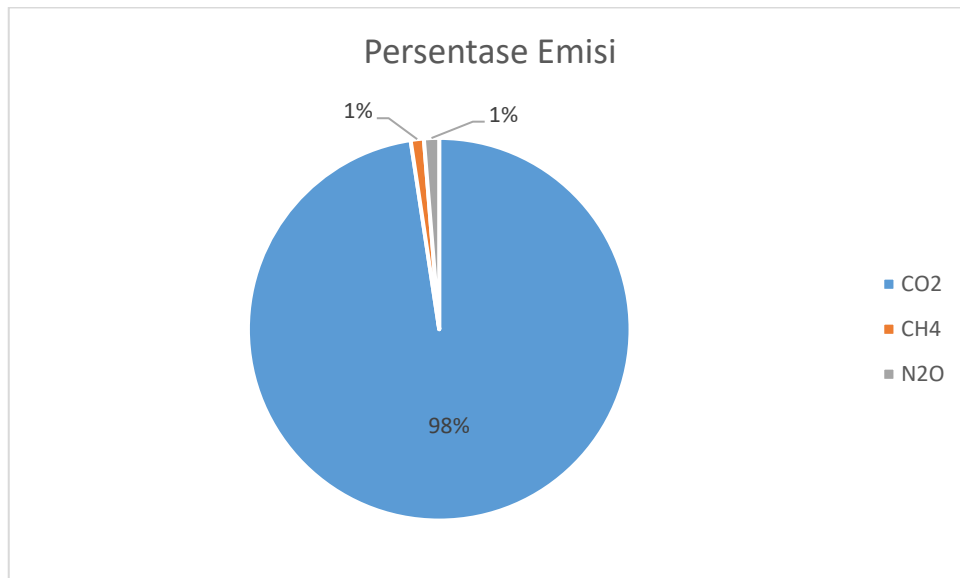
Tabel 4. 16 Total Emisi GRK Aktivitas Operasional Bank Sampah

Jenis Aktivitas	Emisi GRK (kg CO ₂ eq/tahun)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Pengumpulan	1516,240	17,230	19,915
Pengangkutan Pengepul	2076,605	23,597	27,276
Pengangkutan Pengepul ke Industri	3591,488	40,812	47,174
Total	7184,334	81,64	94,366



Gambar 4. 8 Total Emisi GRK Aktivitas Operasional Bank Sampah

Berdasarkan gambar 4.8 total emisi aktivitas bank sampah tertinggi dari aktivitas pengangkutan dari pengepul ke industri dimana CO₂ yang dihasilkan sebesar 3591,488 kg CO₂e / tahun, hal itu disebabkan oleh jarak dari gudang pengepul ke industri daur ulang yang jauh serta membutuhkan konsumsi bahan bakar yang besar.



Gambar 4. 9 Persentase Emisi Aktivitas Bank Sampah

Berdasarkan gambar 4.9 persentase emisi aktivitas bank sampah memiliki nilai terbesar yaitu dari CO₂, hal itu disebabkan karena nilai CO₂ memiliki nilai yang tinggi yang didominasi oleh aktivitas pengumpulan dari rumah nasabah menuju bank sampah.

Tabel 4. 17 Total Emisi dan Rata-rata Emisi Setiap Aktivitas

Jenis Aktivitas	Emisi GRK (kg CO ₂ eq/tahun)			Total	Rata-rata
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O		
Pengumpulan	1516,241	17,230	19,916	1553,386	103,559
Pengangkutan Pengepul	2076,606	23,598	27,276	2127,480	141,832
Pengangkutan Pengepul ke Industri	3591,488	40,812	47,174	3679,475	245,298
Total				7360,341	

Dari tabel diatas, emisi yang dihasilkan dari total populasi bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul berdasarkan rata-rata pada tabel 4.17 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Total Emisi} &= \text{Jumlah Populasi Bank Sampah} \times \text{Total Emisi} \\
 &= 44 \times 7.360,341 \\
 &= 323.855 \text{ Kg CO}_2\text{eq/tahun}
 \end{aligned}$$

4.4 Perbandingan Aktivitas diluar Bank Sampah

4.4.1 Pembakaran TPA

Pembakaran sampah secara terbuka yaitu pembakaran yang dimana hasil emisinya langsung ke udara terbuka atau ditempat penimbunan sampah terbuka. Sampah-sampah yang dibakar secara terbuka tentu saja akan menghasilkan emisi GRK berupa CO₂, CH₂, dan N₂O.

- Total Timbulan sampah dalam 1 Tahun

Tabel 4. 18 Timbulan Sampah Sampel Bank Sampah 1 Tahun

No	Nama Bank Sampah	Total
1	Teji Mandiri	5257
2	Catur Mandiri	5185,6
3	Mekar Sari	2488,2
4	Mesra	1282,4
5	Sejahtera Mandiri	4823
6	Keluarga Sejahtera	2665,2
7	Pandan Asri	6033
8	Ngudi Resik	3254
9	ACTS	45085
10	Ngudi Rejeki	3036
11	Srikandi Mandiri	10880,2
12	Berkah Sampah	161052
13	Lestari	3333
14	HPM (Himpunan Pemuda Muttaqin)	2974,8
15	K3S Jatikuning	82278
Total		339627,4

Sumber : Data Primer, 2023

- **Emisi CO₂**

Berikut ini adalah contoh perhitungan emisi CO₂ dari pembakaran terbuka sampah kertas/karton,

$$Emisi CO_2 = MSW \times \sum_j (WF_j \times dm_j \times CF_j \times FCF_j \times OF_j) \times \frac{44}{12}$$

Diketahui:

- MSW = 0,031 Gg/tahun
- WFj = 37,7 %
- Dmj = 90%
- CFj = 46%
- FCFj = 0,01
- OFj = 58% (nilai default IPCC)
- 44/12 = Faktor Konversi C ke CO₂

Perhitungan:

$$Emisi CO_2 = MSW \times \sum_j (WFj \times dmj \times CFj \times FCFj \times OFj) \times \frac{44}{12}$$

$$Emisi CO_2 = 0,0033 Gg$$

$$/thn \sum_i (0,377 * 0,9 * 0,46 * 0,01 * 0,58) * 44/12$$

$$Emisi CO_2 = 0,0002 Gg CO_2$$

- Emisi CH₄

Emisi CH₄ yang timbul dari pembakaran terbuka merupakan akibat dari pembakaran yang tidak sempurna. Perhitungan emisi dilakukan dengan persamaan 2.12. Berikut ini adalah contoh perhitungan emisi CH₄ dari pembakaran terbuka sampah kertas/karton,

$$Emisi CH_4 = \sum_i (IWi \times EFi) \times 10^{-6}$$

Diketahui:

Emisi CH₄ = emisi CH₄ dalam tahun inventori (Gg/tahun)

IWi = 0,01 Gg/tahun

EFi = 6500 g/ton (nilai default IPCC)

10⁻⁶ = faktor konversi kg ke Gg

i = kategori sampah yang dibakar

Perhitungan:

$$Emisi CH_4 = \sum i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6}$$

$$Emisi CH_4 = \sum kertas/karton (0,03 \times 6500) \times 10^{-6}$$

$$Emisi CH_4 = 0,0002 Gg CH_4$$

- **Emisi N₂O**

Perhitungan emisi N₂O dilakukan dengan persamaan.

$$Emisi N_2O = \sum i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6}$$

Diketahui:

Emisi N₂O = emisi N₂O dalam tahun inventori (Gg/tahun)

IW_i = 0,03 Gg/tahun

EF_i = 150 Kg/Gg

10⁻⁶ = faktor konversi kg ke Gg

i = kategori sampah yang dibakar

Perhitungan:

$$Emisi N_2O = \sum i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6}$$

$$Emisi N_2O = \sum kertas/karton (0,03 \times 150) \times 10^{-6}$$

$$Emisi N_2O = 0,000005 Gg N_2O$$

- **Total Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄, N₂O)**

Tabel 4. 19 Total Emisi GRK dari Pembakaran Sampah Bank Sampah

Jenis sampah	Emisi GRK (kg emisi/tahun)			Emisi (kg CO ₂ e/tahun)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Kertas/karton	1125,854	831,105	19,179	1125,854	22606,07	5235,965
Plastik	158584,849	646,211	14,912	158584,8	17576,96	4071,134
Logam	0	362,263	8,359	0	9853,559	2282,258

Jenis sampah	Emisi GRK (kg emisi/tahun)			Emisi (kg CO ₂ e/tahun)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Karet/kulit	2105,676	71,678	1,654	2105,676	1949,644	451,572
Kaca	0	285,560	6,589	0	7767,248	1799,031
Lainnya (minyak jelantah)	0	4,9894	0,115	0	135,7117	31,433
Total	161816,38	2201,809	50,81	161816,4	59889,2	13871,394

4.4.2 Penimbunan ke TPA

a. Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄, N₂O) dari Aktivitas Pengangkutan Menuju ke *Landfill*

Perhitungan nilai emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) dari aktivitas pengangkutan menuju *landfill* ini memiliki prinsip serta metode perhitungan yang sama dengan perhitungan pengangkutan menuju pengepul, yang membedakan yaitu tujuan akhir dari pengangkutan ini adalah TPA Wukirsari, yang beralamat di Wukirsari, Baleharjo, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Gunung Kidul. Jumlah waktu pengangkutan dalam 1 tahun, alat transportasi, serta jenis bahan bakar yang digunakan dianggap sama dengan perhitungan pada kegiatan pengangkutan menuju pengepul. Hasil perhitungan total emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) dari kegiatan pengangkutan menuju ke *landfill* di ke-15 sampel bank sampah dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 20 Total Emisi GRK Pengangkutan ke *Landfill*

Nama Bank Sampah	Emisi (kg CO ₂ eq/tahun)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Teji Mandiri	23,589	0,268	0,309
Catur Mandiri	26,538	0,301	0,348
Mekar Sari	40,544	0,460	0,532
Mesra	28,749	0,326	0,377
Sejahtera Mandiri	47,916	0,544	0,629
Keluarga Sejahtera	25,800	0,293	0,338
Pandan Asri	11,794	0,134	0,154
Ngudi Resik	20,640	0,234	0,271
ACTS	589,735	6,701	7,746
Ngudi Rejeki	31,698	0,36	0,416
Srikandi Mandiri	31,698	0,36	0,416
Berkah Sampah	176,920	2,01	2,323
Lestari	19,166	0,217	0,251
HPM (Himpunan Pemuda Muttaqin)	199,035	2,261	2,614
K3S Jatikuning	95,832	1,089	1,258
Total	1369,66	15,5643	17,99

b. Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄, N₂O) dari Sampah yang ditimbun di *Landfill*

Sampah yang Dibuang ke TPA Sampah yang ditimbun di TPA akan menghasilkan gas akibat terjadinya proses degradasi anaerobik dari sampah biodegradable. Komponen utama yang dihasilkan yaitu gas metana (CH₄). Potensi emisi GRK dari pembuangan sampah ke TPA dihitung dengan mempertimbangkan kondisi TPA, dalam penelitian ini adalah TPA Wukirsari. Perhitungan potensi emisi GRK yang dihasilkan jika sampah dibuang ke TPA adalah sebagai berikut,

• Emisi CH₄

Berikut ini contoh perhitungan emisi CH₄ dari sampah kertas/karton,

$$W_i = 37,7 \%$$

$$W = 0,048$$

DOC i = 40%
 DOC = 15,08 % Gg C/Gg sampah
 DOCF = 0,5 (nilai default IPCC dengan asumsi lingkungan TPA dalam kondisi anaerobik)
 MCF = 0,5 (TPA terkelola semi anaerobik; bahan penutup yang permeable; sistem drainase lindi; sistem ventilasi gas)
 DDOCm = 0,0048 Gg/tahun
 F = 0,5 (nilai default IPCC)
 OX = 0,1 (TPA berpenutup bahan yang mengoksidasi CH₄ seperti tanah/kompos)
 CH₄ generated = 0,0032 Gg/tahun
 R = 0 Gg

Dengan demikian estimasi emisi gas CH₄ dari pembuangan sampah ke TPA yaitu,

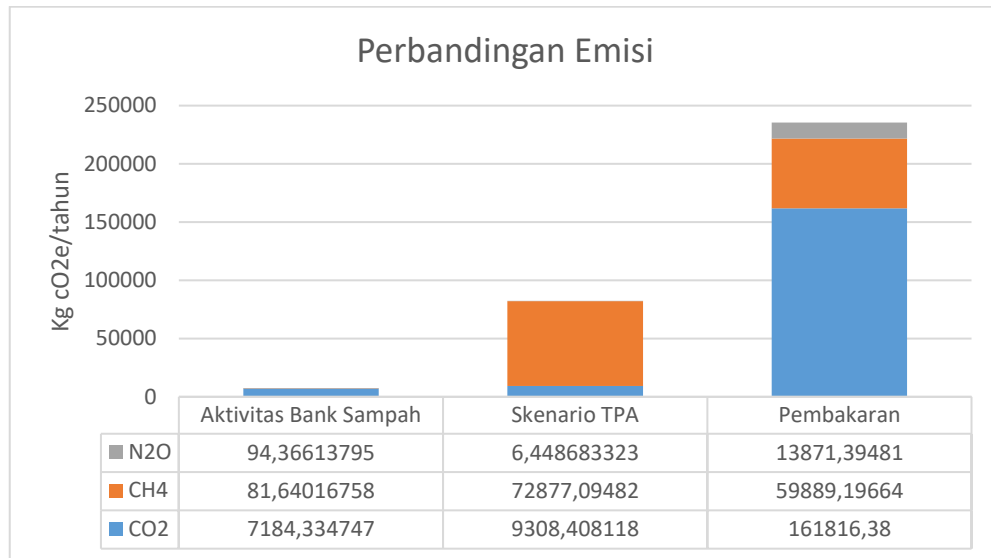
$$\begin{aligned}
 \text{Emisi CH}_4 &= [\text{CH}_4 \text{ generated} - R_T] \times (1 - \text{OX}_T) \\
 &= (0,0032 - 0) \times (1 - 0,1) \\
 &= 0,0028 \text{ Gg} \\
 &= 2892 \text{ kg CH}_4/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

- **Total Emisi CH₄**

Tabel 4. 21 Total Emisi GRK dari Penimbunan *Landfill*

Jenis Sampah	Total Emisi CH ₄ , Kg/tahun	Total Emisi CH ₄ , Kg CO ₂ eq/tahun
Kertas	2892,247488	72306,1872
Kulit dan Karet	22,5786015	564,4650375
Plastik	-	-
Logam	-	-
Kaca	-	-
Lainnya (Minyak Jelantah)	0,034542	0,86355
Total	2914,860632	72871,51579

4.4.3 Perbandingan Emisi Aktivitas Bank Sampah dengan Skenario Penimbunan ke TPA dan Pembakaran



Gambar 4. 10 Perbandingan Emisi Aktivitas Bank Sampah dengan Skenario TPA dan Pembakaran

Berdasarkan perbandingan emisi aktivitas bank sampah, dengan skenario TPA, dan pembakaran, diketahui emisi yang paling tinggi dihasilkan oleh skenario pembakaran secara terbuka menghasilkan emisi 235.576,971 CO₂(eq)/tahun, sementara itu untuk kondisi eksisting (aktivitas bank sampah) menghasilkan emisi paling minim diantara keduanya yaitu sebesar 7.360,341 CO₂(eq)/tahun. Dan untuk Skenario TPA menghasilkan emisi sebesar 82.191,951 CO₂(eq)/tahun. Oleh karena itu, pengelolaan sampah melalui aktivitas bank sampah dapat mereduksi emisi GRK hingga 96,87% dari skenario apabila sampah yang dikelola bank sampah dilakukan pembakaran secara terbuka, serta dapat mereduksi hingga 91,04% dari skenario apabila sampah yang dikelola bank sampah dilakukan penimbunan di TPA. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa bank sampah merupakan sistem pengelolaan sampah yang paling efektif untuk mereduksi emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan sistem pengelolaan sampah seperti penimbunan di TPA dan juga pembakaran secara terbuka. Pengelolaan sampah melalui bank sampah dapat

menjadi pilihan jangka panjang dalam mengurangi emisi gas rumah kaca yang mana sangat berdampak pada lingkungan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa :

1. Aktivitas operasional bank sampah yang berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca berupa CO₂, CH₄, dan N₂O yaitu pengumpulan sampah dari nasabah ke bank sampah, pengangkutan dari bank sampah menuju gudang pengepul, dan pengangkutan dari gudang pengepul menuju industri daur ulang. Hal tersebut disebabkan karena penggunaan kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil
2. Hasil estimasi emisi gas rumah kaca dari aktivitas operasional 15 bank sampah di Kabupaten Gunung Kidul pada masing-masing aktivitas pengumpulan CO₂ sebesar 1.516,24 kg CO₂(eq)/tahun, CH₄ 17,230 kg CO₂(eq)/tahun, N₂O 19,915 kg CO₂(eq)/tahun, Pengangkutan ke pengepul CO₂ sebesar 2.076,605 kg CO₂(eq)/tahun, CH₄ 23,597 kg CO₂(eq)/tahun, N₂O 27,276 kg CO₂(eq)/tahun, Pengangkutan dari gudang pengepul ke industri daur ulang CO₂ sebesar 3.591,48 kg CO₂(eq)/tahun, CH₄ 40,812 kg CO₂(eq)/tahun, N₂O 47,1742 kg CO₂(eq)/tahun.
3. Skenario TPA menghasilkan emisi sebesar 82.191,951 CO₂(eq)/tahun, Skenario kondisi eksisting (aktivitas bank sampah) menghasilkan emisi sebesar 7.360,341 CO₂(eq)/tahun, Skenario pembakaran secara terbuka menghasilkan emisi 235.576,971 CO₂(eq)/tahun. Berdasarkan hasil perbandingan estimasi emisi GRK dari masing-masing skenario, yaitu skenario pembakaran sampah menghasilkan emisi GRK paling tinggi dibandingkan dengan kondisi eksisting (aktivitas bank sampah) dan skenario TPA. Dikarenakan pada skenario pembakaran terjadi pembakaran pada sampah anorganik berupa plastik dll yang merupakan salah satu

penyumbang emisi terbesar. Oleh karena itu, sistem pengelolaan sampah yang paling minim untuk menghasilkan emisi GRK yaitu bank sampah.

5.2 Saran

1. Hasil studi ini mengungkapkan bahwa kegiatan bank sampah memiliki dampak positif dalam mengurangi emisi gas rumah kaca jika dibandingkan dengan alternatif pengelolaan sampah lainnya. Oleh karena itu, disarankan agar pihak berwenang dan pemerintah memberikan dukungan lebih lanjut terkait implementasi program bank sampah sebagai salah satu solusi keberlanjutan dalam pengelolaan sampah.
2. Lebih lanjut, penelitian ini dapat difokuskan pada strategi pengembangan serta mengoptimalkan operasional bank sampah untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dari aktivitas operasional. Upaya ini mempunyai potensi untuk menciptakan strategi, teknologi, dan praktik inovatif terbaik yang dapat berkontribusi untuk pengurangan emisi gas rumah kaca secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2022. *Kabupaten Gunung Kidul Dalam Angka 2022*.
- Hardani, dkk. (2020). *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. Yogyakarta: CV. Pustaka Ilmu Grup
- Ho, W. S., Hashim, H., Lim, J. S., Lee, C. T., Sam, K. C., & Tan, S. T. (2017). Waste Management Pinch Analysis (WAMPA): Application of Pinch Analysis for greenhouse gas (GHG) emission reduction in municipal solid waste management. *Applied Energy*
- IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Japan: IGES.
- Kementerian ESDM. (2017). Kajian Penggunaan Faktor Emisi Lokal (Tier 2) dalam Inventarisasi GRK Sektor Energi. Jakarta: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2012). Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Buku I: Pedoman Umum. Jakarta. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
- Kristanto G. A., Koven W. (2019). Estimating greenhouse gas emissions from municipal solid waste management in Depok, Indonesia. *City and Environment Interactions* 4, 1-8
- Martins, M. A. de B., Crispim, A., Ferreira, M. L., dos Santos, I. F., Melo, M. de L. N. M., Barros, R. M., & Filho, G. L. T. (2023). Evaluating the energy consumption and greenhouse gas emissions from managing municipal, construction, and demolition solid waste. *Cleaner Waste Systems*
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 14 Tahun 2021 Tentang Pengelolaan Sampah pada Bank Sampah
- Puslitbang Lemigas (2014). Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional Volume 1: Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah

- Kaca Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan Energi. Jakarta. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
- Puslitbang Lemigas (2019). Kajian Perhitungan Faktor Emisi Lokal pada Jenis Bahan Bakar Minyak. Bandung. Badan Penelitian dan Pengembangan ESDM
- Rahmawati, Aisa. 2013. *Gas Rumah Kaca, Dampak, Dan Sumbernya. Pencemaran Udara*. Bandung: Teknik Lingkungan ITB
- Samiaji, T. (2009). Upaya Mengurangi CO₂ di Atmosfer. *Berita Dirgantara*, 10(3), 92-95.
- Sugiyono. (2007). *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta
- Suryani, A. S. (2014). Peran Bank Sampah Dalam Efektivitas Pengelolaan Sampah(Studi Kasus Bank Sampah Malang). *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 5(1), 73–84.
- Undang-undang Republik Indonesia No. 18 tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah
- Unilever Green and Clean, 2013. *Buku Panduan Sistem Bank Sampah*. Yayasan Unilever Indonesia. Jakarta
- Winayanti, I.2009. Studi Produksi Gas Metan (CH₄) dan Karbondioksida (CO₂) dari Timbunan Sampah. Tugas Akhir - PL 1603. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan FTSP – ITS
- Woon, K. S., & Lo, I. M. C. (2013). Greenhouse gas accounting of the proposed landfill extension and advanced incineration facility for municipal solid waste management in Hong Kong. *Science of the Total Environment*
- Yaman, C. (2020). Investigation of greenhouse gas emissions and energy recovery potential from municipal solid waste management practices. *Environmental Development*

LAMPIRAN

Lampiran 1 Observasi dan pengumpulan data



Lampiran 2 Kuisisioner

**KUISISIONER DATA OBSERVASI AKTIVITAS DI BANK SAMPAH
KABUPATEN GUNUNG KIDUL**

B. Operasional Bank Sampah (Pengelola)		
B1. Jumlah jenis sampah yang diterima? (<i>Angka</i>)		
B2. Apa saja jenis sampah yang diterima?		
<input type="checkbox"/> Sisa makanan <input type="checkbox"/> Kayu/ranting <input type="checkbox"/> Kertas/karton <input type="checkbox"/> Plastik <input type="checkbox"/> Logam <input type="checkbox"/> Kain <input type="checkbox"/> Karet <input type="checkbox"/> Kulit <input type="checkbox"/> Lainnya__		
B3. Berapa lama sampah disimpan di gudang bank sampah?		
<input type="checkbox"/> 1 hari / langsung di hari tersebut / tidak disimpan <input type="checkbox"/> 1 minggu <input type="checkbox"/> 2 minggu <input type="checkbox"/> 1 bulan <input type="checkbox"/> Lainnya ____		
B4. Setelah menerima sampah, apa proses selanjutnya?		
B5. Apakah bank sampah ini, menerima sampah organik?		
<input type="checkbox"/> Iya <input type="checkbox"/> Tidak		
B6. Jika iya B6, proses apa yang dilakukan di bank sampah?		
B7. Rekap berat sampah selama 3 bulan terakhir. (kg/bulan/minggu)		
B u	Minggu	Berat (Kg)
		Jenis Sampah

l a n		Sisa makana n	Kayu/ ranting	Kertas / karton	Plastik	Logam	Kai n	Karet / Kulit	Kaca	Lainny a
	1									
	2									
	3									
	4									
	1									
	2									
	3									
	4									
	1									
	2									
	3									
	4									

C. Operasional Bank Sampah (Nasabah)

C1. Bagaimana cara menjadi nasabah di bank sampah?

C2. Jumlah nasabah bank sampah hingga saat ini?

- < 30
 30 – 60
 61 – 90
 91 – 120
 Lainnya__

C3. Seberapa luas cakupan nasabah bank sampah disini?

- RT
 RW
 Padukuhan/Dusun
 Kalurahan
 Kapanewon

(catatan)

C4. Apakah nasabah mengantar sampah atau dijemput?

- Nasabah datang ke bank sampah
 Sampah nasabah dijemput oleh pihak bank sampah

C5. Apa jenis transportasi yang digunakan? (*rata-rata*)

C6. Berapa jarak rata-rata nasabah menuju bank sampah?

--

D. Operasional Bank Sampah (Keterlibatan Pihak Lain)

D1. Informasi Pengepul

Pengepul 1

Nama Pengepul	
No. Telp Pengepul	
Alamat Pengepul	
Jenis Sampah yang Diangkut	

Pengepul 2

Nama Pengepul	
No. Telp Pengepul	
Alamat Pengepul	
Jenis Sampah yang Diangkut	

Pengepul 3

Nama Pengepul	
No. Telp Pengepul	
Alamat Pengepul	
Jenis Sampah yang Diangkut	

D2. Apa alat pengangkut yang digunakan?

- | |
|--|
| <input type="checkbox"/> Roda 3
<input type="checkbox"/> Pick up
<input type="checkbox"/> Truk Besar |
|--|

D3. Jenis bahan bakar yang digunakan?

- | |
|--|
| <input type="checkbox"/> Bensin
<input type="checkbox"/> Solar
<input type="checkbox"/> Lainnya __ |
|--|

D4. Berapa jarak bank sampah ke gudang pengepul?
--

_____ (Km)

**KUISIONER OBSERVASI AKTIVITAS DI BANK SAMPAH KABUPATEN
GUNUNG KIDUL
UNTUK PENGEPUL**

A. Identitas Pengepul		
Lokasi Observasi	Nama Pengepul	
	Alamat (lengkap hingga kapanewon)	
	No.Telp	
	Tahun Berdiri	
	Jadwal Operasional	

B. Operasional Pengepul	
B1. Apa jenis sampah yang diterima?	
B2. Apakah sampah yang telah terkumpul, akan diolah sendiri atau dikirimkan ke pengelola pihak ketiga?	
<input type="checkbox"/> Diolah sendiri <input type="checkbox"/> Dikirim ke pengelola pihak ketiga	
B3. Jika dikelola sendiri, apa saja mesin yang digunakan dan spesifikasinya?	
<ul style="list-style-type: none"> - Mesin 1 / Spesifikasinya: - Mesin 2 / Spesifikasinya: - Mesin 3 / Spesifikasinya: - Dst 	
B4. Jika dikelola pihak lain, kemana mengirim pengelolanya?	
Pengelola 1	
Nama pengelola :	
Alamat pengelola :	
Jenis sampah yang diterima :	

Berapa lama pengiriman :	
Spesifikasi alat yang digunakan :	
Pengelola 2	
Nama pengelola :	
Alamat pengelola :	
Jenis sampah yang diterima :	
Berapa lama pengiriman :	
Spesifikasi alat yang digunakan :	
Pengelola 3	
Nama pengelola :	
Alamat pengelola :	
Jenis sampah yang diterima :	
Berapa lama pengiriman :	
Spesifikasi alat yang digunakan :	

RIWAYAT HIDUP

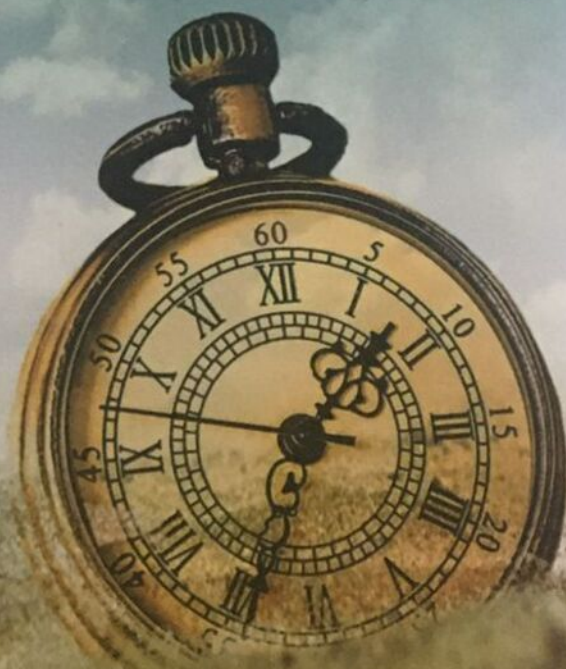
Fadhil Cesarea Karuniawan lahir pada tanggal 5 Agustus 2001, di Kota Sorong Provinsi Papua Barat Daya. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara .Penulis pertama kali masuk pendidikan di MI Al-Ma'arif Kota Sorong pada tahun 2007 dan tamat pada tahun 2013. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke MTS Sains Al Gebra Kota Sorong dan tamat pada tahun 2019. Setelah tamat di jenjang SMP, penulis melanjutkan pendidikan ke MAN Kota Sorong dan tamat pada tahun 2019. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa di Universitas Islam Indonesia Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan dengan Jurusan Teknik Lingkungan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas kelancaran dan selesainya skripsi ini. Serta yang paling utama terimakasih kepada orang tua dan rekan-rekan yang selalu memberikan semangat serta dukungan sampai saat ini.

Abdullah Bin Mani' Ar-Rauqi

FIQIH IBADAH

24 JAM




PustakaHati

FIQIH IBADAH

24 JAM

DIREKTORAT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
SIMPANGAN ALUMNI

NAMA : Fadhil. Cesarea . K

NIM : 19513077

TGL. PENYERAHAN: 17 October 2023