

**TUGAS AKHIR**

**STUDI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) PADA AKTIVITAS  
OPERASIONAL BANK SAMPAH DI KOTA YOGYAKARTA**

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



**Disusun Oleh:**

**REGINA SHINTA ANDARI**

**19513039**

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

**2023**

**TUGAS AKHIR**  
**STUDI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) PADA AKTIVITAS**  
**OPERASIONAL BANK SAMPAH DI KOTA YOGYAKARTA**

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



Disusun Oleh:

**REGINA SHINTA ANDARI**

19513039

Disetujui,

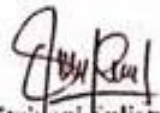
Pembimbing 1

Pembimbing 2

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

NIK. 095130404

Tanggal : 17/10 '23

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

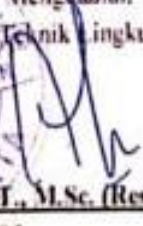
NIK. 185130402

Tanggal : 18/10 '23



Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

  
Amy Juliani, 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  
KOTA YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Rabu

Tanggal : 11 Oktober 2023

Disusun Oleh :

REGINA SHINTA ANDARI

19513039

Tim Penguji :

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

()

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

()

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

()

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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 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* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia. (*apabila menggunakan software khusus*)
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 di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,

Materai dan tanda tangan



**Regina Shinta Andari**

NIM: 19513039

## KATA PENGANTAR

### *Assalamualaikum Warahmatuallahi Wabarakatuh*

Puji dan syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT serta karunia-Nya penulis untuk menyusun dan menyelesaikan penulisan proposal Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan penelitian yang berjudul “STUDI EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) PADA AKTIVITAS OPERASIONAL BANK SAMPAH DI KOTA YOGYAKARTA”. Adapun tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat akademik untuk menyelesaikan studi penulis serta mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Program Strata 1 Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penulis turut mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang turut membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kemampuan serta kekuatan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. 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.
3. Bapak Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. Selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pendamping, yang telah bersedia memberikan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, mendukung, memberi masukan dan memberikan kemudahan kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Kedua orang tua saya terimakasih yang tak terhingga karena selalu mendoakan, memberikan motivasi, memberi semangat dan mengajarkan banyak hal tentang menjalani kehidupan.

5. Rekan Tugas Akhir Bank sampah dan TPS 3R yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Seluruh Dosen dan keluarga besar Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih ada berbagai kekurangan. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi bidang terkait dan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut. Amin

## **ABSTRACT**

*The presence of waste in Yogyakarta City not only disrupts sanitation but also affects climate change. There are Greenhouse Gas emissions that have a greenhouse effect such as CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O. One of the efforts in managing waste is by establishing waste banks, behind the benefits of waste banks there are potential emissions generated from waste bank activities, such as waste transportation activities using motorized vehicles. This study aims to identify operational activities in waste banks that have the potential to produce greenhouse gases such as CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O, and analyze how much emissions are generated by comparing the most effective scenarios for waste management and reducing the amount of emissions produced. The results of this study show that operational activities in waste banks that have the potential to produce greenhouse gas emissions are transportation activities. 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. The calculation results show that in the first scenario, waste bank activities produce greenhouse gas emissions of 11433.96 kg CO<sub>2</sub>eq/year. The second scenario where waste is burned openly produces greenhouse gas emissions of 53828.04 kg CO<sub>2</sub>eq/year, and the third scenario where waste goes directly to landfill amounting to 17981.83 CO<sub>2</sub>eq/year. Of the three scenarios that produce fewer emissions, it turns out that the waste bank activity, and the highest emissions in the combustion activity, this is because all waste is burned in inorganic waste such as plastic has a percentage of 34%, while paper / cardboard has a percentage of 46%, burning plastic contributes the most CO<sub>2</sub> gas.*

*Keywords: Greenhouse Gas Emissions, Waste Bank, Waste transportation*



## ABSTRAK

Keberadaan sampah di Kota Yogyakarta tidak hanya mengganggu sanitasi tetapi juga berpengaruh pada perubahan iklim. Adanya emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang memiliki efek rumah kaca seperti CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O. Salah satu upaya dalam mengelola sampah adalah dengan mendirikan bank sampah, dibalik manfaat bank sampah terdapat potensi emisi GRK yang dihasilkan dari aktivitas bank sampah, seperti aktivitas pengangkutan sampah menggunakan kendaraan bermotor. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas operasional pada bank sampah yang berpotensi menghasilkan gas rumah kaca seperti CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O, dan menganalisis seberapa besar emisi yang di hasilkan dengan membandingkan skenario yang paling efektif untuk pengelolaan sampah serta mengurangi jumlah emisi yang dihasilkan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas operasional di bank sampah yang berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca adalah pada aktivitas pengangkutan menggunakan transportasi. Terdapat aktivitas di luar bank sampah seperti pembakaran dan penimbunan sampah di TPA. Perhitungan hasil emisi mengacu pada IPCC *Tier 1* dan *Tier 2*. Hasil perhitungan menunjukkan pada skenario pertama adalah aktivitas bank sampah menghasilkan emisi gas rumah kaca sebesar 11433,96 kg CO<sub>2</sub>eq/tahun. Skenario kedua dimana sampah dilakukan pembakaran secara terbuka menghasilkan emisi gas rumah kaca sebesar 53828,04 kg CO<sub>2</sub>eq/tahun, dan skenario ketiga dimana sampah langsung masuk ke TPA sebesar 17981,83 CO<sub>2</sub>eq/tahun. Dari ketiga skenario yang lebih sedikit menghasilkan emisi ternyata pada aktivitas bank sampah, dan emisi tertinggi pada aktivitas pembakaran, hal ini disebabkan karena seluruh sampah dilakukan pembakaran pada sampah anorganik seperti plastik memiliki presentase sebesar 34%, sedangkan kertas/karton memiliki presentase sebesar 46%, pembakaran plastik menyumbang gas CO<sub>2</sub> paling besar.

Kata kunci : Bank Sampah, Emisi Gas Rumah Kaca, Pengangkutan sampah.

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR NOTASI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Sampah.....	5
2.2 Pengolahan Sampah .....	5
2.3 Aktivitas Operasional di Bank Sampah.....	6
2.3.1 Pemilahan sampah rumah tangga.....	7
2.3.2 Pengumpulan sampah ke bank sampah.....	7
2.3.3 Penimbangan .....	8
2.3.4 Pencatatan .....	8
2.3.5 Pengolahan sampah.....	8
2.3.6 Pengangkutan .....	8
2.4 Pemanasan Global.....	8
2.5.1 Kontribusi Emisi GRK dari Pengelolaan Sampah .....	9
2.6 Studi Terdahulu .....	9
BAB III.....	12
METODE PENELITIAN .....	12
3.1 Tahapan Penelitian .....	12
3.2 Waktu dan Lokasi.....	13
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	17
3.4 Identifikasi Aktivitas Operasional Pada Bank Sampah.....	19

3.5	Perhitungan Potensi Gas Rumah Kaca .....	20
3.5.1	Perhitungan Emisi dari sumber bergerak .....	21
3.6	Skema Skenario Pengolahan Sampah .....	26
3.6.1	Perhitungan Emisi Pada Sampah Dari <i>Open Burning</i> (Pembakaran Terbuka) .....	27
3.6.2	Perhitungan Emisi Pada Penimbunan Sampah di TPA .....	30
BAB IV	.....	36
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	36
4.1	Gambaran Umum Penelitian .....	36
4.1.1	Timbulan dan Komposisi Sampah Bank Sampah di Kota Yogyakarta	41
4.2	Aktivitas Operasional di Bank Sampah .....	43
4.3	Potensi Emisi Gas Rumah Kaca Dari Aktivitas Bank Sampah.....	46
4.3.1	Aktivitas Penyetoran Sampah Dari Nasabah Menuju Bank Sampah...	46
4.3.2	Aktivitas Penyetoran Sampah Dari Bank Sampah Menuju Pengepul..	49
4.3.3	Aktivitas Penyetoran Sampah Dari Pengepul Menuju Industri.....	50
4.3.4	Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Operasional Bank Sampah .....	51
4.4	Perbandingan Aktivitas di Luar Bank Sampah .....	56
4.4.1	Aktivitas Pembakaran.....	56
4.4.2	Aktivitas Pengangkutan ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan Penimbunan Sampah di TPA.....	59
4.3	Perbandingan dari Keseluruhan Aktivitas.....	63
BAB V	.....	65
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	.....	67
LAMPIRAN	.....	70
Lampiran 1	Kuisisioner Data Observasi Aktivitas Di Bank Sampah Kota Yogyakarta .....	70
Lampiran 2	Kuisisioner Observasi Aktivitas Di Bank Sampah Kota Yogyakarta Untuk Pengepul.....	74

## DAFTAR NOTASI

BBa	= Konsumsi Transportasi
TJ	= <i>Terra Joule</i>
a	= Jenis bahan bakar untuk perhitungan CO <sub>2</sub>
b	= Jenis bahan bakar untuk perhitungan CH <sub>4</sub> dan N <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub>
Iwi	= Berat total sampah dibakar secara terbuka (Gg/tahun)
EFi	= Fraksi emisi CH <sub>4</sub> (kg CH <sub>4</sub> /kg sampah)
R	= Recovery CH <sub>4</sub> di TPA
OXT	= Faktor oksidasi pada suhu T, fraksi
F	= Fraksi CH <sub>4</sub> pada gas yang dihasilkan di landfill
16/12	= Rasio berat molekul CH <sub>4</sub> /C (ratio)
DOC <sub>m</sub>	= Massa DOC yang terdeposisi, Ggram
W	= Massa limbah yang terdeposisi, Ggram

DOC	= Fraksi degradable karbon organik pada tahun deposisi sampah
DOCf	= Fraksi DOC yang dapat terdekomposisi pada kondisi anaerobik
MCF	= Faktor koreksi CH <sub>4</sub> , yang menggambarkan bagian limbah yang akan terdekomposisi pada kondisi anaerobik (sebelum kondisi anaerobik terjadi) pada tahun deposisi limbah
CH <sub>4</sub> generated T	=CH <sub>4</sub> yang terbentuk pada tahun T hasil dekomposisi komponen organik yang tersimpan di dalam sampah (DDOC)
OX	= Faktor oksidasi
44	= Molekul relative (Mr) dari CO <sub>2</sub> (kg/kg-mol)
12	= Massa atom relative (Mr) dari CH <sub>4</sub> (kg/kg-mol)

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian yang Telah Dilakukan.....	10
Tabel 3.1 Lokasi Penelitian.....	14
Tabel 3.2 Kebutuhan Data Primer.....	18
Tabel 3.3 Kebutuhan Data Sekunder.....	18
Tabel 3.4 Metode Perhitungan masing-masing Emisi Gas Rumah Kaca.....	21
Tabel 3.5 Nilai Kalor Bahan Bakar di Indonesia .....	23
Tabel 3.6 Faktor Emisi Bahan Bakar Tier-2.....	24
Tabel 3.7 Faktor Bahan Bakar Tier-1 .....	26
Tabel 3.8 Angka Default Dry Matter Sampah Kota .....	27
Tabel 3.9 Faktor Oksidasi (OX) Gas CH <sub>4</sub> pada Penutup Timbunan Sampah di Kota Yogyakarta .....	31
Tabel 3.10 Methane Correction Factor.....	33
Tabel 3.11 Konversi GWP.....	34
Tabel 4.1 Informasi aktivitas operasional pada bank sampah kategori besar .....	38
Tabel 4.2 Informasi aktivitas operasional pada bank sampah kategori sedang.....	39
Tabel 4.3 Informasi aktivitas operasional pada bank sampah kategori kecil .....	40
Tabel 4.4 Informasi Aktivitas Pengepul pada 15 Bank Sampah di Kota Yogyakarta .....	45
Tabel 4.5 Total Emisi dari Nasabah Menuju Bank Sampah.....	48
Tabel 4.6 Total Emisi dari Bank sampah menuju Pengepul.....	49
Tabel 4.7 Total Emisi dari Pengepul Menuju Industri.....	50
Tabel 4.8 Total Emisi GRK Aktivitas Operasional Bank Sampah .....	54
Tabel 4.9 Rata-rata Aktivitas per Bank Sampah dan Total Emisi GWP di 278 Bank Sampah Kota Yogyakarta .....	55
Tabel 4.10 Total Emisi GRK dari Pembakaran Sampah Bank Sampah.....	59
Tabel 4.11 Total Emisi GRK dari Pengangkutan ke Landfill.....	60
Tabel 4.12 Total Emisi GRK dari Penimbunan Landfill.....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian .....	13
Gambar 3.2 Peta Lokasi Sampel Bank Sampah.....	16
Gambar 3.3 Titik Sampel Pengepul .....	17
Gambar 3.4 Wawancara dan Pengamatan Lapangan Bank Sampah.....	19
Gambar 3.5 Wawancara dan Pengamatan Lapangan Bank Sampah.....	20
Gambar 3.6 Skema Perhitungan GRK Pada Aktivitas Bank Sampah.....	21
Gambar 3.7 Skenario satu Kondisi Eksisting Aktivitas Bank Sampah.....	26
Gambar 3.8 Skenario dua Pembakaran Terbuka .....	26
Gambar 3.9 Skenario ketiga Penimbunan di TPA.....	27
Gambar 3.10 Skema Perhitungan GRK CO <sub>2</sub> Aktivitas Pembakaran.....	28
Gambar 3.11 Skema Perhitungan GRK CH <sub>4</sub> dan N <sub>2</sub> O Aktivitas Pembakaran .....	28
Gambar 3.12 Skema Perhitungan GRK Pada Aktivitas Penimbunan .....	31
Gambar 4.1 Berat Sampah per Bank Sampah41	
Gambar 4.2 Komposisi Sampah dari Bank Sampah, besar, sedang, kecil.....	42
Gambar 4.3 Diagram Aktivitas Pada Bank Sampah .....	43
Gambar 4.4 Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Pengumpulan dan Pengangkutan Pengepul .....	51
Gambar 4.5 Diagram Batang Total Jarak Tempuh Ativitas Bank Sampah Pegumpulan, Pengolahan dan Pengangkutan.....	52
Gambar 4.6 Diagram Batang Total Nasabah Bank Sampah .....	53
Gambar 4.7 Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Pengangkutan Pengepul Besar/Industri .....	53
Gambar 4.8 Total Emisi Aktivitas Bank Sampah.....	55
Gambar 4.9 Perbandingan dari Keseluruhan Aktivitas .....	64

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuisisioner Data Observasi Aktivitas Di Bank Sampah Kota Yogyakarta.....	66
Lampiran 2. Kuisisioner Observasi Aktivitas Di Bank Sampah Kota Yogyakarta Untuk Pengepul.....	70



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kota Yogyakarta merupakan ibu kota Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Menurut data dari BPS (Badan Pusat Statistik) jumlah penduduk pada Kota Yogyakarta tahun 2022 adalah 449.890 jiwa, dengan luas wilayah 32.5 Km<sup>2</sup> maka kepadatan penduduk Kota Yogyakarta adalah 13.007 jiwa/km<sup>2</sup> (Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta, 2022). Seiring bertambahnya jumlah penduduk, tumpukan sampah terus bertambah. Tumpukan sampah baik organik maupun anorganik sama-sama menghasilkan gas CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> yang nantinya akan dilepaskan ke atmosfer.

Menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional jumlah timbulan sampah per hari pada tahun 2021 adalah 327.40 kg/hari atau 119.501 kg/tahun yang berasal dari berbagai macam sektor seperti sektor industri, sekolah, pemukiman dan lain-lain. Dari masalah timbulan sampah yang ada di Kota Yogyakarta, maka perlu adanya pengolahan sampah dimana kebijakan undang-undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah yang mana pemerintah pusat ataupun daerah memiliki kewajiban untuk melakukan pengelolaan sampah dengan sistem yang baik.

Salah satu permasalahan yang timbul dari pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi adalah meningkatnya jumlah sampah di Kota Yogyakarta. Pertambahan jumlah sampah yang tidak diimbangi dengan pengelolaan yang ramah lingkungan akan menyebabkan terjadinya kerusakan dan pencemaran lingkungan. Sampah adalah salah satu sektor hasil dari aktivitas manusia yang berkontribusi dalam pemanasan global. Sampah menyumbang gas rumah kaca dalam bentuk gas metana (CH<sub>4</sub>) dan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Sampah yang tertimbun dalam jangka waktu tertentu akan mengalami dekomposisi dan menghasilkan gas-gas yang menyebar di udara. Gas-gas yang dihasilkan dari proses degradasi sampah organik di antaranya yang paling banyak dihasilkan yaitu gas metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). (Chintiawati, dkk 2013).

Kebanyakan orang menganggap sampah sudah tidak dapat dikelola atau digunakan kembali, melainkan langsung dibuang ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan sistem pengelolaan sampah masyarakat. Salah satu upaya pengelolaan sampah masyarakat adalah dengan dibentuknya bank sampah. Bank sampah merupakan sarana penyadaran tentang sampah dan memiliki manfaat lain yaitu lingkungan yang lebih bersih dan membantu ekonomi dari hasil menjual sampah.

Dari aktivitas bank sampah terdapat sektor transportasi yang diperkirakan menyumbang 60-70% pencemaran udara di daerah perkotaan. Penggunaan bahan bakar fosil pada sektor transportasi akan mengeluarkan senyawa-senyawa seperti CO (karbon monoksida), NO (nitrogen oksida), SO<sub>2</sub> (sulfur dioksida), CO<sub>2</sub> (karbon dioksida) yang merupakan sumber besar dari emisi gas rumah kaca secara keseluruhan (Nurdjanah, 2015).

Sektor transportasi tumbuh dan berkembang seiring dengan peningkatan perekonomian nasional. Transportasi merupakan sarana penting bagi masyarakat modern untuk memperlancar mobilitas manusia dan barang. Dengan pesatnya pertumbuhan transportasi maka gas buang yang dihasilkan dari kegiatan transportasi di lokasi tersebut juga akan naik mempertinggi kadar pencemaran udara. Oleh karena itu, mengurangi emisi gas rumah kaca secara substansial dari sektor ini telah menjadi yang paling menantang. Ukuran mitigasi utama emisi gas rumah kaca dari sektor transportasi beralih ke bahan bakar yang kurang menghasilkan dan memperbaiki status teknis fluida beserta efisiensinya. Prilaku pengemudi dan cuaca juga berperan penting dalam emisi gas rumah kaca (Masiur, 2017).

Dalam penelitian ini yang bertempat di bank sampah Kota Yogyakarta, peneliti ingin mengetahui aktivitas operasional di bank sampah yang berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca dan menghitung emisi yang dihasilkan dengan metode perhitungan yang mengacu pada IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) (Guideline 2006).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana aktivitas bank sampah yang menghasilkan emisi gas rumah kaca di Kota Yogyakarta ?
2. Berapa potensi emisi gas rumah kaca ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$ ) yang dihasilkan dari bank sampah di Kota Yogyakarta?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini meliputi:

1. Mengidentifikasi aktivitas bank sampah yang menghasilkan emisi gas rumah kaca di Kota Yogyakarta.
2. Menghitung dan menganalisis potensi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari bank sampah di Kota Yogyakarta.
3. Menghitung skenario serta membandingkan pengelolaan sampah yang paling efektif.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui seberapa besar potensi emisi GRK (Gas Rumah Kaca) yang dihasilkan dari aktivitas bank sampah di Kota Yogyakarta.
2. Menambah informasi terkait adanya aktivitas di bank sampah yang menghasilkan emisi gas rumah kaca.
3. Mengetahui metode yang digunakan untuk mengurangi emisi GRK (Gas Rumah Kaca) dari aktivitas bank sampah di Kota Yogyakarta.
4. Memberikan solusi yang tepat untuk membantu mengatasi permasalahan emisi gas rumah kaca dari aktivitas bank sampah.
5. Mengetahui pengolahan sampah yang paling efektif

## 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah :

1. Lokasi pengambilan data emisi gas rumah kaca yaitu di bank sampah Kota Yogyakarta.
2. Penentuan titik sampling bank sampah dilakukan dengan *stratified random sampling*.
3. Emisi Gas Rumah Kaca yang dihitung yaitu karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>) dan dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O).
4. Metode perhitungan untuk emisi gas rumah kaca menggunakan acuan pada pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Volume 1 dari Kementerian Lingkungan Hidup 2012 yang menunjuk pada *IPCC Guidelines 2006*.
5. Data Primer diambil dengan menggunakan kuesioner wawancara tertulis ke pihak bank sampah dan pengepul.
6. Bahan bakar kendaraan jenis mesin bensin diasumsikan menggunakan pertamax RON 92.
7. Bahan bakar kendaraan jenis mesin diesel diasumsikan menggunakan solar.
8. Nasabah aktif merupakan nasabah yang secara pribadi berpartisipasi menyetorkan sampah ke bank sampah selama 3 bulan terakhir.
9. Emisi gas rumah kaca yang dihitung mencakup aktivitas pengumpulan sampah dari rumah nasabah menuju ke bank sampah dan bank sampah ke gudang pengepul serta pengepul ke industri.
10. Penentuan jarak rata-rata rumah nasabah menuju bank sampah diklasterkan berdasarkan rukun tangga (RT).
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.
13. Semua nasabah diasumsikan menggunakan sepeda motor.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sampah**

Menurut World Health Organization (WHO) sampah adalah limbah padat yang terdiri dari zat organik dan zat anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Undang-Undang Pengelolaan Sampah Nomor 18 tahun 2008 menyatakan sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau dari proses alam yang berbentuk padat.

#### **2.2 Pengolahan Sampah**

Menurut Undang-undang No.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 : dalam bentuk pengelompokkan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah, atau sifat sampah.
  - Pengumpulan : dalam bentuk pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber sampah ke tempat penampungan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu.
  - Pengangkutan : dalam bentuk membawa sampah dari sumber atau dari tempat penampungan sampah sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju ke Tempat Pemrosesan Akhir.

- Pengolahan : dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah.
- Pemrosesan akhir sampah : dalam bentuk pengambilan sampah atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman. (Damanhuri, E. 2010).

### **2.3 Aktivitas Operasional di Bank Sampah**

Menurut yayasan Unilever Indonesia 2013, bank sampah adalah tempat menabung sampah yang telah dipilah sesuai dengan jenis sampah. Sampah yang masuk ke bank sampah adalah sampah yang mempunyai nilai jual dan nilai ekonomis. Cara kerja bank sampah pada umumnya hampir sama dengan bank lainnya, yaitu terdapat nasabah, pencatatan pembukuan dan manajemen pengelolanya. Apabila pada bank biasa yang kita kenal, yang disetorkan nasabah adalah uang, namun yang disetorkan pada bank sampah adalah sampah yang memiliki nilai jual. Sistem kerja bank sampah pengelolanya berbasis rumah tangga, dengan memberikan penghargaan kepada yang berhasil memilah dan menyetorkan sejumlah sampah (Unilever Green & clean, 2013).

Bank sampah merupakan salah satu alternatif mengajak warga peduli dengan sampah, yang konsepnya mungkin dapat dikembangkan di daerah-daerah lainnya. Sistem pengelolaan bank sampah sendiri berbasis rumah tangga, dengan memberikan ganjaran berupa uang tunai atau kupon gratis kepada mereka yang berhasil memilah dan menyetorkan sejumlah sampah.

Dalam pelaksanaannya bank sampah dapat mengurangi tingginya timbulan sampah di masyarakat dan di TPA (tempat pemrosesan akhir), karena masyarakat memilah sampahnya sendiri, menukarkan sampahnya ke bank sampah dan membuang sampah yang tidak masuk ke bank sampah. Dengan begitu volume sampah yang ada di masyarakat dan di TPA (tempat pemrosesan akhir) dapat berkurang atau yang biasa disebut dengan *reduce* (pengurangan volume atau jumlahnya).

Tujuan dibangunnya bank sampah sebenarnya untuk membangun kepedulian masyarakat agar dapat 'berkawan' dengan sampah untuk

mendapatkan manfaat ekonomi langsung dari sampah. Dengan demikian bank sampah harus terintegrasi dengan gerakan 3R sehingga manfaat langsung yang dirasakan tidak hanya ekonomi, namun pembangunan lingkungan yang bersih, hijau, dan sehat (Tuani Lidiawati, S. 2016).

### 2.3.1 Pemilahan sampah rumah tangga

Sebelum nasabah menyetorkan sampahnya, sebaiknya dilakukan pemilahan sampah terlebih dahulu. Pemilahan sampah tergantung pada konvensi yang ditentukan oleh pihak bank sampah. Pemilahan sampah bisa dilakukan secara mandiri di rumah tangga, perkantoran, kawasan komersial, ataupun di posisi lain yang jadi sumber sampah. Sampah yang telah dipilah memiliki nilai jual yang berbeda di bank sampah, jika sampah dijadikan satu maka menurun harganya.

### 2.3.2 Pengumpulan sampah ke bank sampah

Aktivitas pengumpulan sampah merupakan aktivitas dimana memindahkan sampah dari sumbernya, dalam perihal ini sampah rumah tangga, ke posisi pengumpulan di bank sampah. Ada 2 metode dalam pengumpulan sampah ialah nasabah bisa membawa sampah ke bank sampah, ataupun pengelola bank sampah melaksanakan penjemputan sampah dari rumah nasabah ke bank sampah. Jenis kendaraan yang digunakan dikala aktivitas pengumpulan sampah merupakan motor roda 2 serta motor roda 3. Umumnya, ada jadwal penyetoran sampah yang sudah disepakati lebih dahulu. Penjadwalan ini bertujuan buat membiasakan waktu penyetoran oleh nasabah serta pengangkutan oleh pihak pengepul. Tujuannya merupakan supaya sampah tidak menumpuk di posisi bank sampah.

### 2.3.3 Penimbangan

Sampah yang telah disetor ke bank sampah setelah itu ditimbang. Saat penimbangan, nasabah membawa sampah yang hendak ditabung, kemudian ditimbang sesuai dengan masing-masing jenis sampah yang telah dipilah. Pada konvensi lebih dahulu pihak bank sampah telah menetapkan buat berat serta harga sampah.

### 2.3.4 Pencatatan

Setelah proses penimbangan, pengelola bank sampah akan mencatat jenis serta berat sampah yang sudah ditimbang. Hasil timbangan tersebut diganti jadi uang, yang berikutnya dicatat dalam buku tabungan.

### 2.3.5 Pengolahan sampah

Tujuan dari aktivitas ini merupakan untuk mengurangi jumlah sampah yang akan dibawa ke sarana pemrosesan akhir, sehingga hanya sisa-sisa residu hasil pengolahan sampah yang dibawa. Pengolahan sampah bisa dilakukan lewat berbagai cara salah satunya ialah pengomposan dan daur ulang.

### 2.3.6 Pengangkutan

Bank sampah sendiri bekerjasama dengan pengepul yang telah ditunjuk dan disepakati. Setelah sampah terkumpul, dilakukan penimbangan dan pencatatan, dan kemudian langsung diangkut ke gudang pengepul atau lokasi pengolahan sampah berikutnya. Dengan demikian, tidak ada penumpukan sampah di area bank sampah.

## 2.4 Pemanasan Global

Pemanasan global merupakan suatu proses meningkatnya suhu rata-rata atmosfer laut, serta daratan bumi. Peningkatan suhu permukaan bumi ini dihasilkan oleh adanya radiasi sinar matahari menuju ke atmosfer bumi, kemudian sebagian sinar ini berubah menjadi energi panas dalam bentuk sinar



infra merah diserap oleh udara dan permukaan bumi. 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 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, dan SF<sub>4</sub> yang berada di atmosfer. Sebagai akibatnya gelombang tersebut terperangkap didalam atmosfer bumi, peristiwa ini terjadi berulang-ulang sehingga menyebabkan suhu rata-rata dipermukaan bumi meningkat (Rahmawati, 2013).

Gas Rumah Kaca (GRK) adalah gas-gas di atmosfer yang bertanggung jawab sebagai penyebab pemanasan global dan perubahan iklim. Gas-gas rumah kaca yang utama adalah karbondioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>) dan dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O). Gas-gas rumah kaca yang kurang umum, tetapi sangat kuat, adalah hidrofluorocarbons (HF<sub>cs</sub>), perfluorocarbons (PF<sub>cs</sub>) dan sulphur hexafluoride (SF<sub>6</sub>) (Rahmawati, 2013).

Perubahan iklim global yang terjadi akhir-akhir ini disebabkan karena terganggunya keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer. Keseimbangan tersebut dipengaruhi antara lain oleh peningkatan gas-gas asam arang atau karbondioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>) dan dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) yang lebih dikenal dengan Gas Rumah Kaca (GRK). Saat ini konsentrasi GRK sudah mencapai tingkat yang membahayakan iklim bumi dan keseimbangan ekosistem.

### **2.5.1 Kontribusi Emisi GRK dari Pengelolaan Sampah**

Gas rumah kaca yang paling signifikan diemisikan dari sampah adalah metana (CH<sub>4</sub>), gas ini berasal dari penguraian material organik yang terjadi di pembuangan akhir, dapat mencapai sekitar 50-60% dari total gas yang dihasilkan. Gas (CH<sub>4</sub>) memiliki global warming potential lebih besar daripada CO<sub>2</sub> sekitar 21 kali lipat dalam waktu 100 tahun. (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

## **2.6 Studi Terdahulu**

Daftar penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 1.1 Penelitian yang Telah Dilakukan

No	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
1.	Gabriel Andari Kristanto and William Koven, 2020.	<i>Estimating greenhouse gas emissions from waste management city in Depok, Indonesia</i>	Skenario yang digunakan ada empat yaitu penerapan <i>waste treatment unit</i> (WTU), incinerator, digester anaerobic, pengomposan dan penimbunan.
2.	Esti Rina, Rd Indah Nirta, Rony Riduan, 2020.	Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca pada Sektor Bank Sampah menggunakan pendekatan <i>waste reduction model</i> (WARM) di Kelurahan Sekumpul Martapura	Hasil penelitian yang telah dilakukan adalah keberadaan bank sampah mampu mengurangi emisi GRK yang dihasilkan pada aktivitas penimbunan sampah secara langsung di TPA yang dapat terlepas ke atmosfer dalam jumlah besar, apabila kegiatan bank sampah atau pengelolaan sampah lainnya benar – benar dioptimalkan.
3.	Titien Setiyo Rini, Maritha Nilam Kusuma, Yuwono Budi Pratiknyo, dan Sri Wulan Purwaningrum. 2021.	Kajian Potensi Gas Rumah Kaca dari Sektor Sampah di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) Randegan Kota Mojokerto.	Dari hasil penelitian sampah rumah tangga di Kota Mojokerto dari tahun 2016–2023 menghasilkan emisi GRK gas CH <sub>4</sub> sebesar 1,353 Gg/tahun dan CO <sub>2</sub> 3,72 Gg/tahun.
4.	Muhammad Muhiturrachman, Syed Masiur Rahman, Mohammad Syahidur Rahman, Md	<i>Greenhouse Gas Emissions from Solid Waste Management in Saudi Arabia— Analysis of Growth Dynamics and Opportunities</i>	Emisi yang dihasilkan dari limbah padat industry ditemukan ada kaitannya dengan produk domestik bruto per kapital dan penduduk perkotaan, dan peningkatan investasi asing.

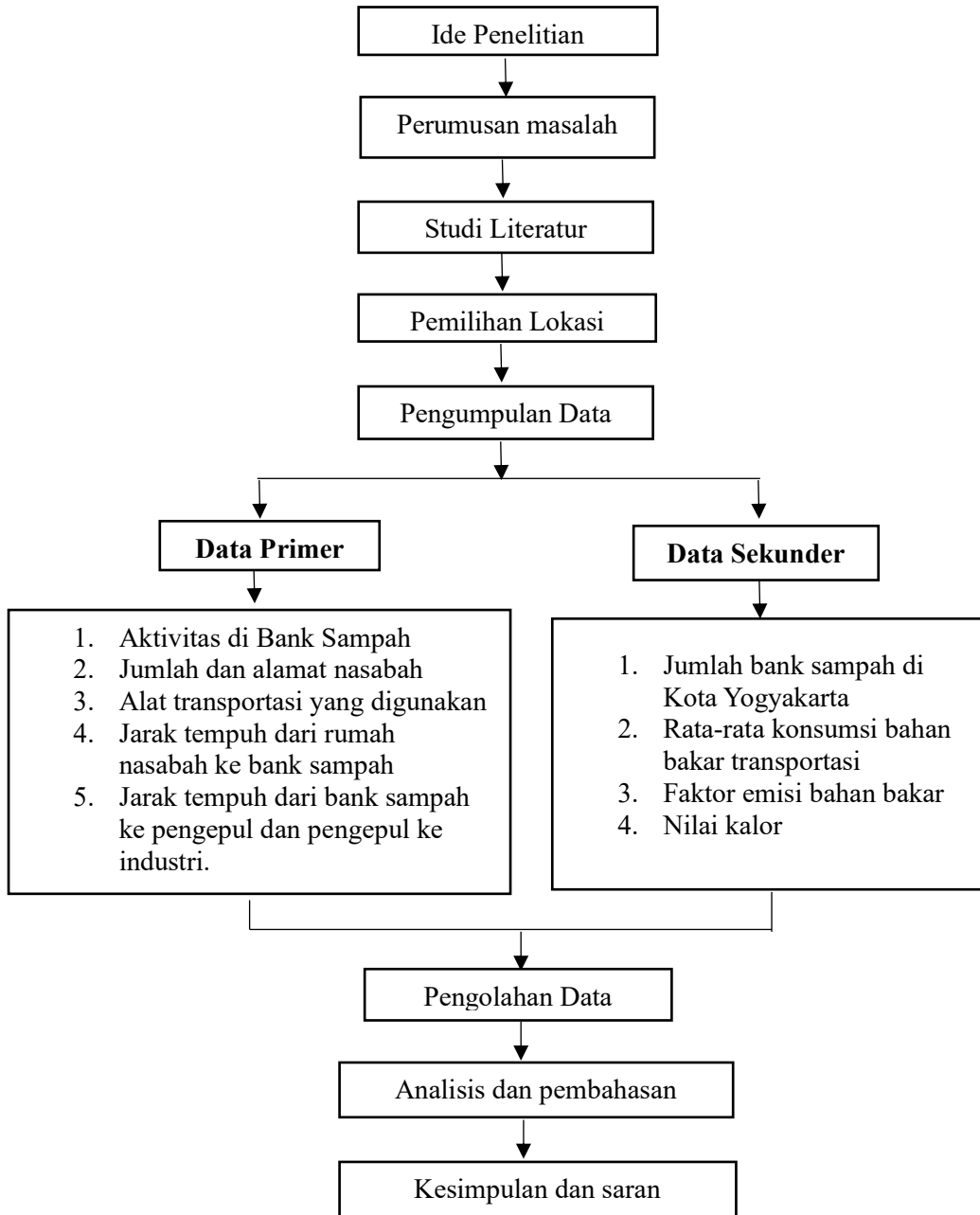
No	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
	Arif Hasan, Syed Abu Shoaib and Sayeed Rusyd. 2021.	<i>Mitigation</i>	
5.	Cevat Yaman, Omar Alagha, Ismail Anil, Megan K Jaunich, Nawaf I Blaisi, Ayse B Yaman dan Seyda T Gunday. 2019.	<i>Investigation and modeling of greenhouse gas emissions resulting from collection activities and Waste Transportation</i>	Sistem pemodelan <i>American Meteorological Society/ Environmental Protection Agency Regulatory Model (AERMOD)</i> digunakan untuk memperkirakan penyebaran emisi gas rumah kaca di atmosfer. Hasil model mengungkapkan bahwa konsentrasi gas rumah kaca harian maksimum berkisar antara 0,174 dan 93,3 mgm.
6.	Maria Auxiliadora de Barros Martins, et.al., 2022.	<i>Evaluating energy consumption and greenhouse gas emissions from municipal solid waste management, construction, and demolition</i>	Hasilnya menunjukkan bahwa emisi GRK dari campuran bekg menurun sebesar 26% dan 51% ketika semen diganti dengan fly ash 30% dan 60% dan emisi GRK menurun menjadi 8% ketika 100%.
7.	Chun Lin Xin, Ting Ting Zhang, Sang-Bing Tsai.	<i>An empirical study on greenhouse gas emission calculations under different municipal solid waste management strategies</i>	Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa manfaat penurunan emisi sebesar 70. 82% dapat dicapai dalam Skenario 5 di mana sampah domestic dan daur ulang dipilah kemudian residunya dibakar, dan pemilihan strategi optimal tidak terpengaruh oleh perubahan tingkat pemisahan.

# BAB III

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam bentuk diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

### 3.2 Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilakukan di bank sampah wilayah Kota Yogyakarta. Penelitian ini akan dilakukan kurang lebih selama 6 bulan. Lokasi pengambilan data observasi dan kuesioner berada pada 15 bank sampah yang terdapat di wilayah Kota Yogyakarta dengan beberapa titik pengambilan sampel. Untuk menentukan jumlah bank sampah digunakan 2 metode, yaitu :

#### 1. Metode Slovin

Metode ini digunakan untuk menentukan ukuran atau jumlah sampel dengan syarat jumlah populasi yang relatif besar, untuk jumlah bank sampah di kota Yogyakarta adalah 278, maka dapat dihitung dengan rumus slovin sehingga diperlukan sebuah formula untuk mendapatkan sampel yang sedikit tetapi dapat mewakili keseluruhan populasi. Berikut merupakan rumus slovin :

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \dots\dots\dots (3.1)$$
$$n = \frac{278}{1 + 278 \times 0,15^2}$$
$$= 38 \text{ sampel}$$

Dimana :

n : Jumlah sampel minimal

N : Populasi

E : Error margin

Sumber : Buku statistika untuk penelitian. Prof. Dr. Sugiyono

Sampel bank sampah menunjukan hasil 38 sampel, yang mana peneliti harus mengambil sampling sebanyak 38 bank sampah. Menurut Garaika tahun 2019, apabila populasinya besar dan peneliti tidak mungkin untuk mempelajari semua yang ada pada sampel populasi di karenakan mempunyai keterbatasan waktu, tenaga, dan dana, sehingga peneliti dapat

menggunakan sampel yang diambil dari populasi yang mewakili. Pada penelitian ini peneliti mengambil 15 sampel bank sampah. (Garaika,2019)

## 2. Metode *Stratified Random Sampling*

Dalam *stratified random sampling* merupakan penarikan sampel acak dengan terstruktur yang dilakukan dengan membagi anggota populasi dalam beberapa sub kelompok yang disebut strata. Pada *stratified random sampling*, masing-masing populasi dikelompokkan pada tingkatan-tingkatan tertentu dengan tujuan pengambilan sampel akan merata.

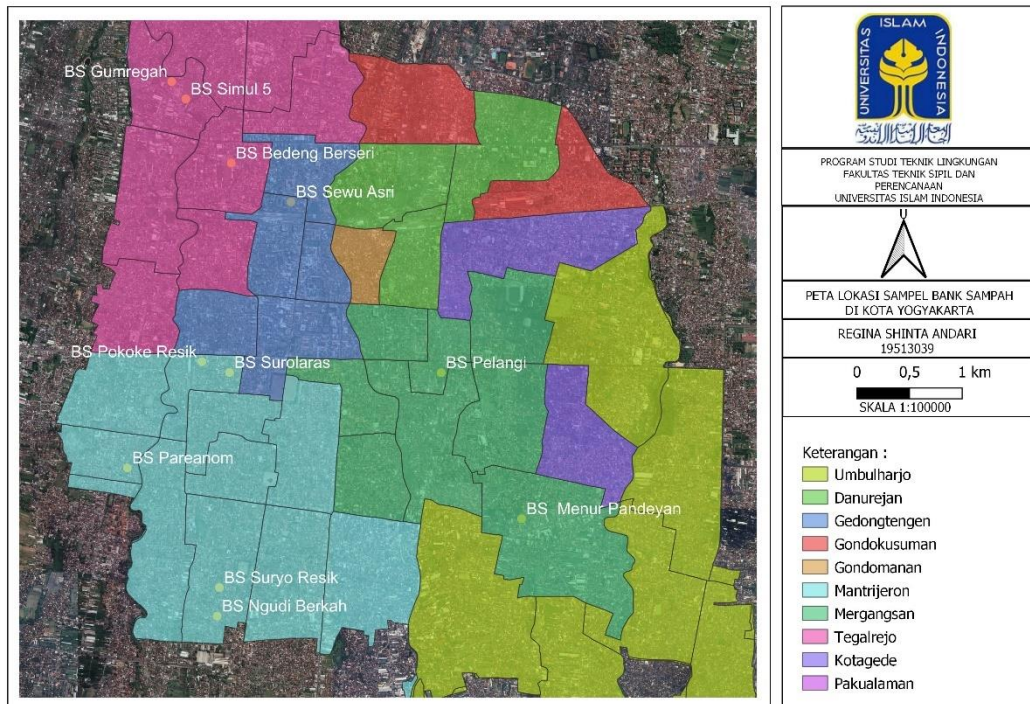
Untuk jumlah bank sampah setelah dilakukan perhitungan dengan rumus slovin mendapatkan hasil 15, untuk total bank sampah yang menjadi sampling yang nantinya dari 15 bank sampah tersebut dikelompokkan ke tingkatan kecil, sedang dan besar. Berikut merupakan pengelompokan bank sampah :

Tabel 3.1 Lokasi Penelitian

No.	Nama Bank Sampah	Alamat Bank Sampah	Kelompok
1.	Bank Sampah Simul 5	Jl. Sidomulyo No. 345, Bener, Kecamatan Tegalrejo, Kota Yogyakarta.	Besar
2.	Bank Sampah Gumregah	Bener, Kecamatan Tegalrejo, Kota Yogyakarta.	
3.	Bank Sampah Catur Membangun	Jl. Semaki, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta.	
4.	Bank Sampah Surolaras	Jl. Suronatan No Blok NG-2/51, Notoprajan, Kota Yogyakarta.	
5.	Bank Sampah Suryo Resik	Mj. 2/822, RT 44 RW 13, Suryodiningrat, Kecamatan Mantrijeron, Kota Yogyakarta.	

No.	Nama Bank Sampah	Alamat Bank Sampah	Kelompok
6.	Bank Sampah Blazet	Jl. Taman Siswa No.7, Gunungketur, Pakualaman Kota Yogyakarta.	Sedang
7.	Bank Sampah Ngudi Berkah RW 16	Jl. Minggiran Gang Kedondong 1, Suryodiningrat, Kecamatan Mantrijeron, Kota Yogyakarta.	
8.	Bank Sampah Menur Pandeyan	Pandeyan, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta.	
9.	Bank Sampah Kusuma Pertiwi	Prawirodirjan, Kecamatan Gondomanan, Kota Yogyakarta.	
10.	Bank Sampah Sewu Asri	Jl. Setiaki No 19 RW 19, Wirobrajan, Kota Yogyakarta.	
11.	Bank Sampah Sinar Lestari	Jl. Sidikan No. 71-75 Sorusutan, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta.	Kecil
12.	Bank Sampah Damai Bersatu	Jl. Brigen Katamso No 1188 B, Prawirodirjan, Kec. Gondomanan, Kota Yogyakarta.	
13.	Bank Sampah Pareanom	Jl. Pareanom No 7, Patangpuluhan, Kec. Wirobrajan, Kota Yogyakarta.	
14.	Bank Sampah Kusuma Pertiwi	Prawirodirjan, Kec. Gondomanan, Kota Yogyakarta.	
15	Bank Sampah Pokoke Resik	Gg. Darusalam No. 602, Notoprajan, Ngampilan, Kota Yogyakarta	

Lokasi pengambilan sampel dari 15 bank sampah di Kota Yogyakarta dapat dilihat pada gambar 3.2



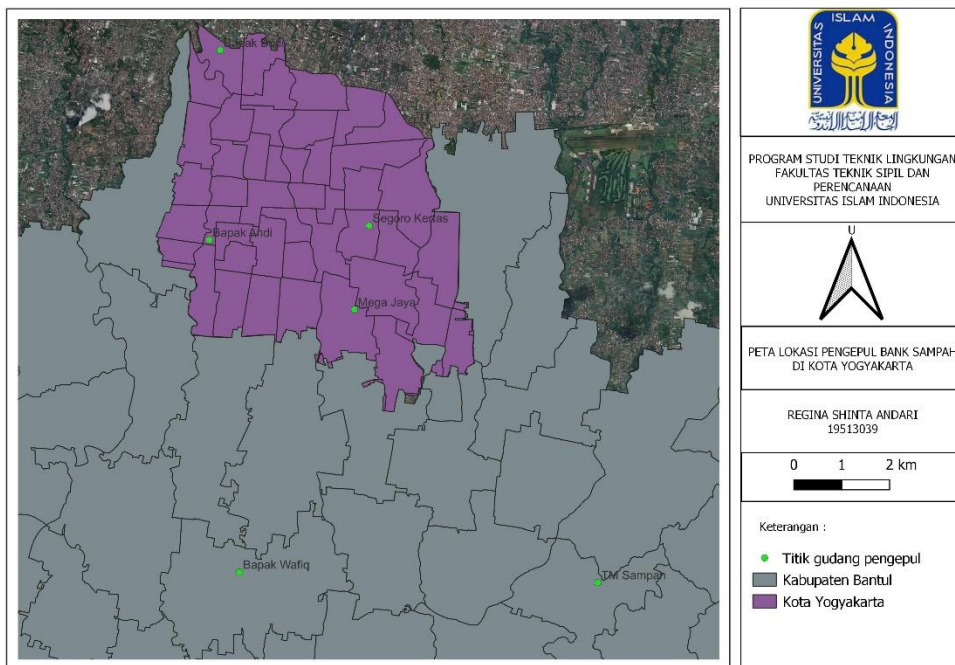
Gambar 3.2 Peta Lokasi Sampel Bank Sampah

Pada aktivitas operasional di bank sampah ada kaitannya dengan pengepul, pengepul sendiri membeli sampah dari bank sampah yang nantinya akan dijual kembali ke pihak ketiga. Untuk pengepul dari ke 15 bank sampah terdapat 6 pengepul yang berbeda-beda setiap bank sampah. Tabel 3.2 dan gambar 3.3 merupakan alamat dari masing-masing pengepul.

No	Nama Bank Sampah	Nama Pengepul	Alamat Gudang Pengepul
1	Simul 5	Bapak Budi	Jl. Jatimulyo RT 05 RW 02 Jatimulyo, Kricak, Kec. Tegalrejo, Kota Yogyakarta
2	Gumregah		
3	Pokoke Resik	Bapak Andi	Tejokusuman Ng 2 504 RT 24 RW 04, Kec. Ngampilan, Kota Yogyakarta
4	Surolaras		
5	Pareanom		
6	Blazet	Segoro Kertas (Ibu Ita)	Jl. Garuda No. 174, Tahunan, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta
7	Suryo Resik		



8	Kusuma Pertiwi	Bapak Wafiq	Timbulharjo, Kec. Sewon, Kab. Bantul
9	Damai Bersatu		
10	Berseri		
11	Catur Membangun	Mega Jaya (Bapak Yosep)	Nitikan UH VI/591 A RT 45 RW 11, Kota Yogyakarta
12	Menur Pandeyan		
13	Sinar Lestari		
14	Ngudi Berkah	TM Sampah (Bapak Tomi)	Jl. Samirono, Jambon Bawuran, Kec.Pleret, Kab. Bantul
15	Sewu Astri		



m

Gambar 3.3 Titik Sampel Pengepuk

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang di butuhkan ada 2 jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Pengambilan data primer dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Kebutuhan Data Primer

No	Jenis Data	Sumber
1	Jumlah Nasabah	Wawancara ke pengurus bank sampah
2	Alamat Nasabah (Meliputi RW, Padukuhan, Kepanewon)	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 IPenentuan jarak dengan metode kluster berdasarkan RW, Padukuhan, dan Kepanewon).
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

Sedangkan untuk data sekunder merupakan data hasil penelitian atau survei yang pernah dilakukan sebelumnya meliputi :

Tabel 3.3 Kebutuhan Data Sekunder

No	Jenis Data	Sumber Data
1	Faktor emisi bahan bakar Tier-1 dan Tier-2 (IPCC)	Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, Kementrian Energi dan sumber Daya Mineral
2	Jumlah bank sampah di Kota Yogyakarta	Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional 2023
3	Jumlah sampah masuk dan terkelola di bank sampah Kota Yogyakarta	Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional 2023
4	Nilai Kalor Bahan Bakar	
5	Nilai Angka <i>Default Dry Matter</i> , MCF, DOC, dan OX	IPCC 2006

### 3.4 Identifikasi Aktivitas Operasional Pada Bank Sampah

Metode yang digunakan pada identifikasi aktivitas operasional di bank sampah akan menggunakan pendekatan kualitatif dengan wawancara dan pengamatan di lapangan. Dari hasil wawancara tersebut akan di dapatkan informasi terkait apa saja jenis aktivitas operasional bank sampah di mulai dari kegiatan pengumpulan sampah di rumah nasabah menuju ke bank sampah, hingga proses-proses pengolahan yang terdapat di bank sampah, sampai pengangkutan sampah dari bank sampah menuju gadang pengepul dan pengepul menuju industri.

Pengamatan di lapangan akan dilakukan secara langsung untuk mengetahui aktivitas operasional di bank sampah. Pada tahap ini peneliti akan mengamati dari proses penerimaan sampah, sampai pengelolaan sampah. Pengamatan ini dilakukan terhadap anggota pengolah bank sampah dan pengepul sampah, serta pengamatan untuk peralatan apa saja yang digunakan pada operasional bank sampah.



Gambar 3.4 Wawancara dan Pengamatan Lapangan Bank Sampah



Gambar 3.5 Wawancara dan Pengamatan Lapangan Bank Sampah

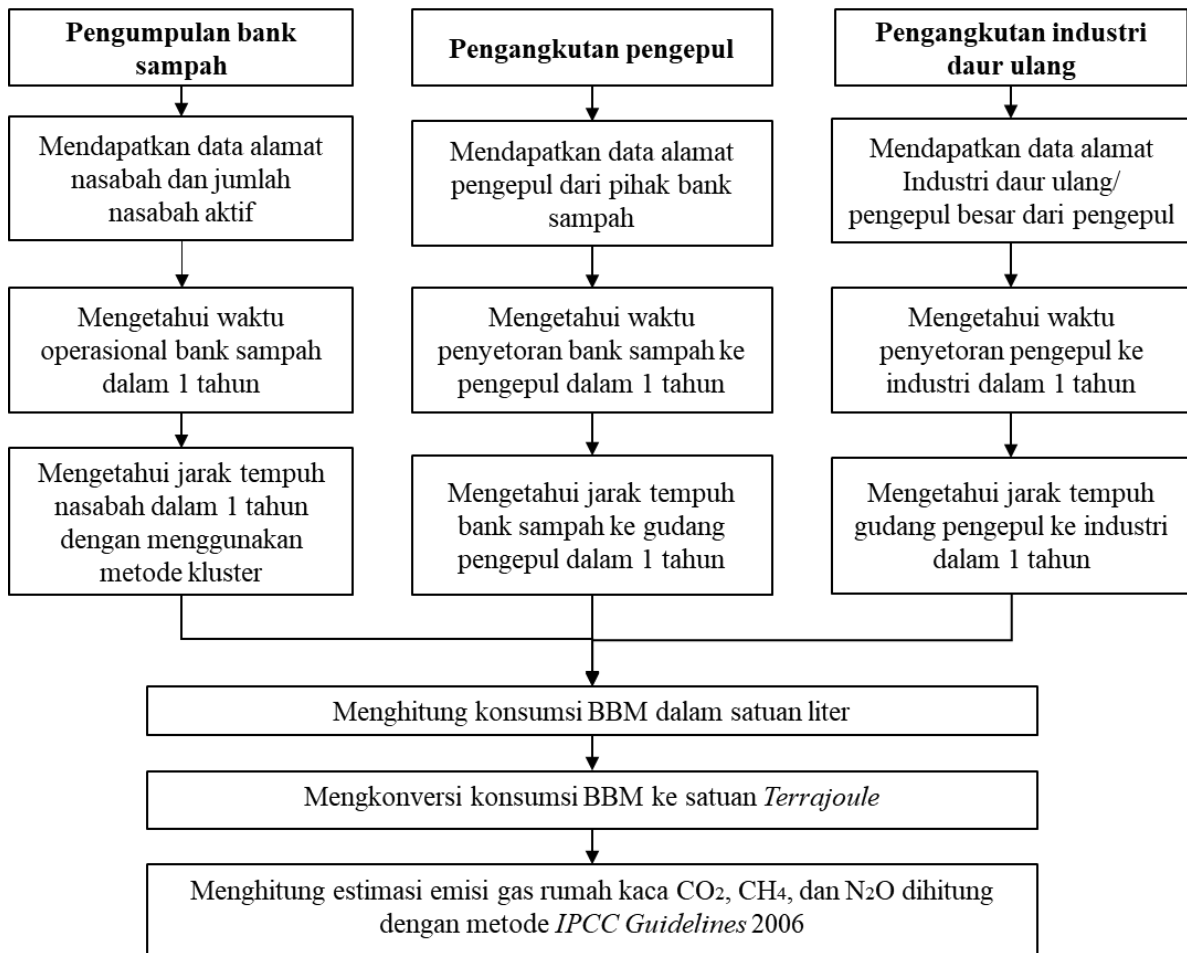
### 3.5 Perhitungan Potensi Gas Rumah Kaca

Potensi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan di bank sampah sebagian besar berasal dari kegiatan pengangkutan sampah dengan menggunakan transportasi. Oleh karena itu estimasi perhitungan gas rumah kaca dilakukan dengan menggunakan metodologi penghitungan tingkat emisi gas rumah kaca untuk pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak, sumber stasioner, dan pengomposan sampah organik sesuai dengan Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang mengacu pada IPCC *Guidelines* 2006. Metode perhitungan masing-masing Emisi Gas Rumah Kaca yang dihasilkan dari aktivitas operasional bank sampah ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Metode Perhitungan masing-masing Emisi Gas Rumah Kaca

No.	Emisi Gas Rumah Kaca	Metode Perhitungan
1.	CO <sub>2</sub>	IPCC 2006 Tier-2
2.	CH <sub>4</sub>	IPCC 2006 Tier-1
3.	N <sub>2</sub> O	IPCC 2006 Tier-1

Berikut ini merupakan skema perhitungan terkait aktivitas bank sampah.



Gambar 3.6 Skema Perhitungan GRK Pada Aktivitas Bank Sampah

### 3.5.1 Perhitungan Emisi dari sumber bergerak

Berdasarkan IPCC 2006, ketelitian perhitungan emisi GRK (Gas Rumah Kaca) membutuhkan beberapa data spesifik, seperti data konsumsi bahan bakar, konsumsi energi, *rute* dan jarak pengangkutan

dengan cara *routing rute* pengangkutan dan wawancara kepada petugas pengangkut sampah di lokasi sampling.

- **Konsumsi Bahan Bakar**

Konsumsi Bahan Bakar transportasi dihitung menggunakan satuan liter dengan mengetahui jarak tempuh dan efisiensi bahan bakar kendaraan. Rumus untuk menghitung konsumsi transportasi terdapat pada persamaan 3.2 :

$$\begin{aligned} & \mathbf{Konsumsi\ Transportasi} \\ & = \mathbf{Jarak\ tempuh\ (km) \div} \\ & \mathbf{Efisiensi\ Bahan\ bakar\ km/L} \quad \dots\dots\dots (3.2) \end{aligned}$$

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).

Cara menentukan jarak tempuh dari rumah nasabah menuju bank sampah adalah dengan metode cluster, membuat klaster-klaster berdasarkan tingkat Rukun Tangga (RT) setiap RT diambil jarak rata-rata dari rumah terjauh dan rumah terdekat menuju bank sampah, dengan *rute* pulang pergi. Perhitungan rata-rata konsumsi bahan bakar di dapatkan dengan membagi nilai Panjang perjalanan tahunan dengan rata-rata konsumsi bahan bakar. Diasumsikan bahwa semua mobil dan sepeda motor menggunakan bahan bakar bensin, sedangkan truk menggunakan solar sebagai bahan barkarnya (Kemenhub, 2010). Asumsi bahan bakar rata-rata yang digunakan yaitu :

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

- **Konsumsi Energi**

Untuk menghitung emisi gas rumah kaca dengan mengkonversi satuan liter menjadi TJ.

**Konsumsi Energi (TJ)**

$$= \text{Bahan Bakar dikonsumsi (liter)} \times \text{Nilai kalor Tj/liter} \dots\dots\dots(3.3)$$

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, 2012.

Berikut merupakan jenis bahan bakar yang digunakan di Indonesia dengan masing-masing nilai kalornya pada tabel 3.5. Untuk penelitian ini menggunakan premium jenis pertamax dan solar.

Tabel 3.5 Nilai Kalor Bahan Bakar di Indonesia

Bahan Bakar	Nilai Kalor	Penggunaan
<b>Premium*</b>	<b><math>33 \times 10^{-6}</math> TJ/liter</b>	<b>Kendaraan Bermotor</b>
<b>Solar (HSD, ADO)</b>	<b><math>36 \times 10^{-6}</math> TJ/liter</b>	<b>Kendaraan bermotor, Pembangkit listrik</b>
Minyak Diesel (IDO)	$38 \times 10^{-6}$ TJ/liter	Boiler industri, pembangkit listrik
MFO	$40 \times 10^{-6}$ TJ/liter $4,04 \times 10^{-2}$ TJ/ton	Pembangkit listrik
Gas Bumi	$1,055 \times 10^{-6}$ TJ/SCF $38,5 \times 10^{-6}$ TJ/Nm <sup>3</sup>	Industri, rumah tangga, restoran
LPG	$47,3 \times 10^{-6}$ TJ/kg	Rumah tangga, restoran
Batubara	$18,9 \times 10^{-3}$ TJ/ton	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.

- **Analisis Emisi CO<sub>2</sub>**

Pada analisis emisi CO<sub>2</sub> menggunakan metode Tier-2, dikarenakan untuk parameter CO<sub>2</sub> sudah terdapat faktor emisi spesifik yang telah ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (KLHK), untuk penelitian ini menggunakan faktor emisi bahan bakar dari bensin RON 92 dan *Automotive Diesel Oil* (ADO). Berikut merupakan tabel 3.6 faktor emisi bahan bakar yang telah ditetapkan.

Tabel 3.6 Faktor Emisi Bahan Bakar Tier-2

<b>Jenis Bahan Bakar</b>	<b>Tier 1 (kg C02/TJ)</b>	<b>Tier 2 (kg C02/TJ)</b>
<b>Bensin RON 92</b>	<b>69,300</b>	<b>72,600</b>
Bensin RON 88	69,300	72,600
Avtur	71,500	73,333
Minyak Tanah	71,900	73,700
<b><i>Automotive Diesel Oil</i> (ADO)</b>	<b>74,100</b>	<b>74,433</b>

Sumber :

- 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume
- Puslitbang Lemigas, 2017
- Puslitbang Tekmira, 2016

Untuk menghitung emisi CO<sub>2</sub> dari sektor transportasi terdapat pada persamaan 3.5.

$$Emisi\ CO_2 = \sum_b Konsumsi\ BBb \times Faktor\ Emisi\ b \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan :



Emisi : Emisi CO<sub>2</sub>

Konsumsi BB<sub>b</sub> : Bahan bakar dikonsumsi

Faktor emisi<sub>b</sub> : Faktor emisi CO<sub>2</sub> Tier-2, menurut jenis bahan bakar (Kg gas/TJ)

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup 2012

- **Analisis Emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O**

Untuk analisis emisi CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O menggunakan perhitungan Tier-1, karena belum terdapat pengembangan emisi untuk gas tersebut di Indonesia. Sehingga estimasi emisi untuk CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O berdasarkan faktor emisi default IPCC yang akan ditampilkan pada tabel 3.7.

Persamaan Tier-1 emisi untuk CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O hasil pembakaran bahan bakar bergerak terdapat pada persamaan 3.6:

$$Emisi\ CH_4, N_2O = \sum_b Konsumsi\ BB_b \times Faktor\ Emisi\ b \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan :

Emisi : Emisi CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O

Konsumsi BB<sub>b</sub> : Bahan bakar dikonsumsi

Faktor emisi<sub>b</sub> : Faktor emisi CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O Tier-1, menurut jenis bahan bakar (Kg gas/TJ)

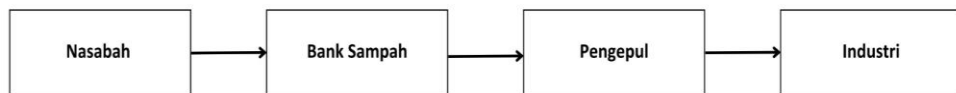
Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup 2012

Tabel 3.7 Faktor Bahan Bakar Tier-1

Jenis Bahan Bakar	FE Default IPCC 2006 sumber tak bergerak, Kg/Gj	
	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Gas Bumi	92	3
Premium (dengan katalis)	33	3.2
Diesel (IDO/ADO)	3.9	3.9

### 3.6 Skema Skenario Pengolahan Sampah

Skenario dari pengolahan sampah terdapat dua skenario yaitu skenario pembakaran dan penimbunan. Hal ini dilakukan untuk membandingkan gas emisi rumah kaca yang dihasilkan dari 15 bank sampah jika sampah akan ditimbun di TPA. Dibandingkan dengan pembakaran sebab aplikasi pembakaran sampah masih sering dilakukan di Indonesia. Dengan menghitung emisi pembakaran sampah serta penumpukan sampah di *landfill* ini untuk mengetahui seberapa efisien adanya bank sampah dalam pengurangan emisi gas rumah kaca.



Gambar 3.7 Skenario satu Kondisi Eksisting Aktivitas Bank Sampah



Gambar 3.8 Skenario dua Pembakaran Terbuka



Gambar 3.9 Skenario ketiga Penimbunan di TPA

### 3.6.1 Perhitungan Emisi Pada Sampah Dari *Open Burning* (Pembakaran Terbuka)

Setelah semua hasil emisi gas rumah kaca dari (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) diketahui dari aktivitas operasional bank sampah, akan dilakukan perbandingan dengan emisi gas rumah kaca, dengan dua skenario yaitu apabila sampah yang diterima oleh ke 15 bank sampah akan dilakukan pembakaran terbuka dan langsung dibuang ke *landfill*.

Tujuan untuk membandingkan hasil emisi gas rumah kaca dengan skenario pembakaran adalah untuk mengetahui sejauh mana proses pengelolaan sampah melalui bank sampah apakah lebih efektif mereduksi emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan cara pengelolaan sampah konvensional serta mengidentifikasi pilihan pengelolaan sampah yang lebih efektif untuk mengurangi dampak lingkungan seperti gas rumah kaca.

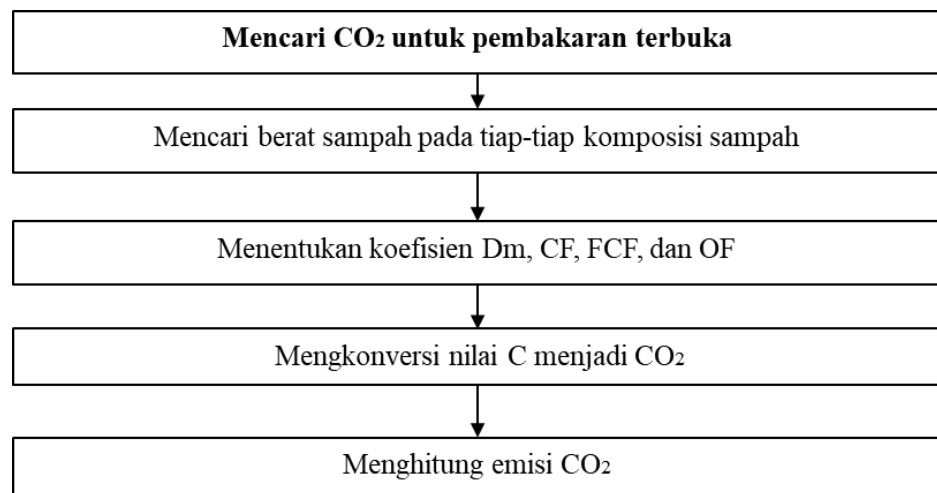
Berdasarkan IPCC 2006 Guidelines, rumus emisi gas rumah kaca pembakaran limbah pada dengan pembakaran terbuka terdapat pada persamaan 3.7.

Tabel 3.8 Angka Default *Dry Matter* Sampah Kota

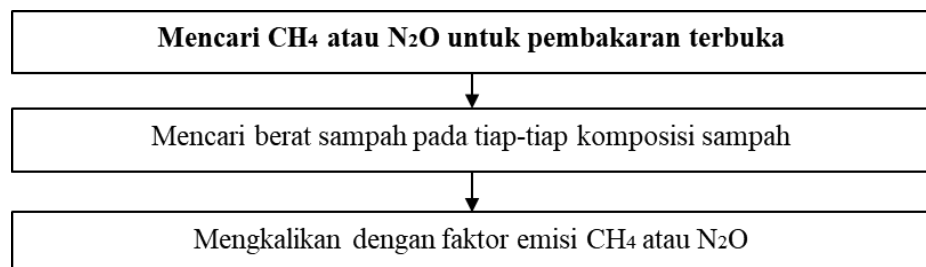
Komposisi	Dry matter content (% berat basah)	Total kandungan karbon dalam % berat kering	Fraksi karbon fosil dalam % total karbon	Faktor Oksidasi (OF) %
	Default	Default	Default	Default
Kertas/ Kardus	90	46	1	58%

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
Tekstil	80	50	20	
Sampah Makanan	40	38	-	
Kulit dan Karet	84	67	20	
Plastik	100	75	100	
Logam	100	NA	NA	
Gelas	100	NA	NA	

Berikut merupakan skema untuk perhitungan pembakaran dari CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O :



Gambar 3.10 Skema Perhitungan GRK CO<sub>2</sub> Aktivitas Pembakaran



Gambar 3.11 Skema Perhitungan GRK CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O Aktivitas Pembakaran

- **Emisi CO<sup>2</sup>**

$$Emisi\ CO_2 = MS \times \sum_j (WF_j \times dm_j \times CF_j \times FCF_j \times OF_j) \times \frac{44}{12} \dots\dots(3.7)$$

Dimana:

Emisi CO<sub>2</sub> = emisi CO<sub>2</sub> dalam tahun inventori (Gg/tahun)

MSW = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)

WF<sub>j</sub> = fraksi tipe limbah dari komponen j dalam sampah (berat basah pembakaran terbuka)

Dm<sub>j</sub> = fraksi kandungan zat kering di dalam sampah

CF<sub>j</sub> = fraksi karbon dalam kandungan kering (kandungan karbon total)

FCF<sub>j</sub> = fraksi karbon fosil di dalam karbon total

OF<sub>j</sub> = faktor oksidasi (fraksi)

44/12 = faktor konversi C menjadi CO<sub>2</sub>

j = komponen dari sampah (kertas/kardus, karet, plastik, logam, kaca, dll).

- **Emisi CH<sub>4</sub>**

Emisi CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> adalah 6500 g/t MSW berat basah. Nilai ini ditetapkan sebagai faktor emisi CH<sub>4</sub>.

$$Emisi\ CH_4 = \sum_i (IWi \times EFi) \times 10^{-6} \dots\dots\dots (3.8)$$

Keterangan:

Emisi CH<sub>4</sub> = emisi CH<sub>4</sub> dalam tahun inventori (Gg/tahun)

Iwi = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)

EFi = fraksi emisi CH<sub>4</sub> (kg CH<sub>4</sub>/kg sampah)  
 10<sup>-6</sup> = faktor konversi kg ke Gg  
 i = kategori sampah yang dibakar

• **Emisi N<sub>2</sub>O**

Untuk pembakaran limbah secara terbuka, faktor emisi N<sub>2</sub>O menurut *default* IPCC adalah 150 g N<sub>2</sub>O/t terdapat pada persamaan 3.8

$$Emisi N_2O = \sum i (IWi \times EFi) \times 10^{-6} \dots\dots\dots (3.9)$$

Keterangan:

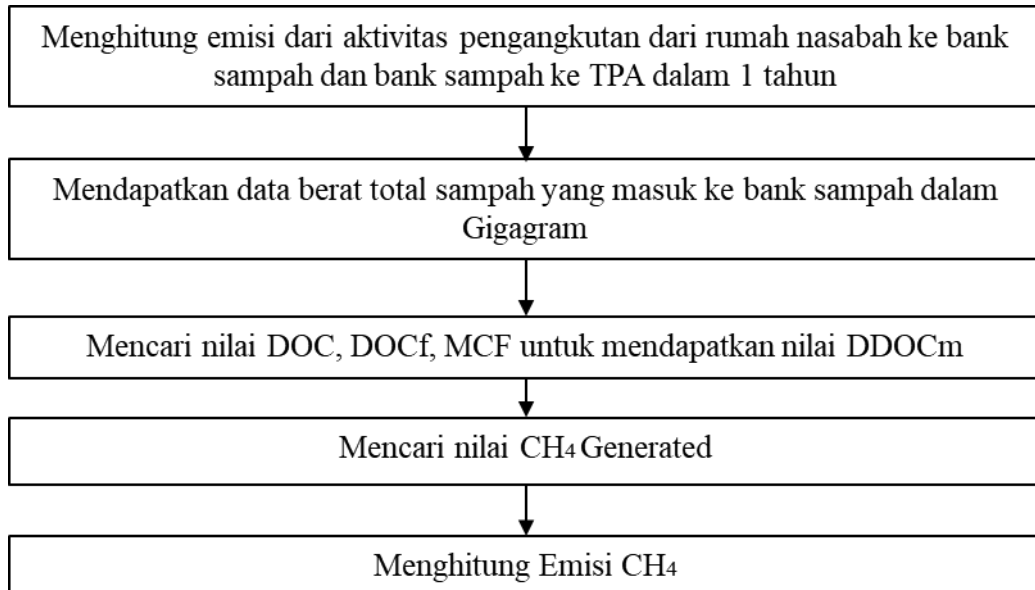
Emisi N<sub>2</sub>O = emisi N<sub>2</sub>O dalam tahun inventori (Gg/tahun)  
 Iwi = berat total sampah yang dibakar secara terbuka (Gg/tahun)  
 Efi = fraksi emisi N<sub>2</sub>O (kg N<sub>2</sub>O/kg sampah)  
 10<sup>-6</sup> = faktor konversi kg ke Gg  
 i = kategori sampah yang dibakar.

Sumber :

IPCC 2006, Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional oleh KLHK.

**3.6.2 Perhitungan Emisi Pada Penimbunan Sampah di TPA**

Pada perhitungan penimbunan sampah di TPA berlaku juga untuk menghitung aktivitas operasional pengumpulan dan pengangkutan sampah. Berikut merupakan skema dalam menghitung total emisi yang dihasilkan dari aktivitas pembakaran, dengan mengacu pada IPCC 2006.



Gambar 3.12 Skema Perhitungan GRK Pada Aktivitas Penimbunan Berdasarkan IPCC 2006 dalam Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional oleh KLHK, dalam menghitung emisi GRK dari *landfill* dapat menggunakan persamaan berikut:

- **Emisi CH<sub>4</sub>**

*Emisi CH<sub>4</sub> pada tahun T, Gigagram*

$$= \left[ \sum_x CH_4 \text{ generated}_{x,T} - R_T \right] \times (1 - OX_T) \quad \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan:

$\sum CH_4 \text{ generated}_{x,T}$  = CH<sub>4</sub> yang terbentuk pada Tahun T hasil degradasi komponen organik jenis tertentu (x) yang tersimpan dalam sampah (DDOC)

R = Recovery CH<sub>4</sub> di TPA

OX<sub>T</sub> = Faktor Oksidasi pada tahun T, fraksi

Tabel 3.9 Faktor Oksidasi (OX) Gas CH<sub>4</sub> pada Penutup Timbunan Sampah di Kota Yogyakarta

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

Sumber : Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006

$$\sum_x CH_4 generated_{x,T} = DDOCm \times F \times \frac{16}{12} \dots\dots\dots (3.11)$$

Keterangan:

- CH<sub>4</sub>, generated T = CH<sub>4</sub> 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) CH<sub>4</sub> pada gas yang dihasilkan di landfill, nilai F menurut default IPCC adalah 50%.
- 16/12 = Rasio berat molekul CH<sub>4</sub>/C (ratio)

$$DDOCm = W \times DOC \times DOC \times MCF \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan:

- 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 CH<sub>4</sub>, yang menggambarkan bagian limbah yang akan terdekomposisi pada kondisi anerobik (sebelum kondisi anerobik terjadi) pada tahun deposisi limbah.

Nilai MCF sendiri ditentukan untuk setiap jenis kategori TPA. MCF berhubungan dengan pengolahan sampah yang dilakukan di TPA, dan seharusnya diinterpretasikan faktor koreksi pengelolaan sampah. Klasifikasi TPA dan nilai MCF dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 *Methane Correction Factor*

<b>Tipe TPA</b>	<b>Nilai</b>	<b>Keterangan</b>
Managed Anerobic	1	Memiliki salah satu dari kriteria yaitu punya lapisan penutup, dikompaksi, atau sampah yang bertingkat
Managed Semi aerobic	0,5	Memiliki material penutup permaeble, sistem pegaliran 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

$$DOC = (DOC \times Wi) \dots\dots\dots (3.13)$$

Dimana:

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

DOC<sub>i</sub> = Nilai DOC sampah jenis i

W<sub>i</sub> = Fraksi sampah jenis i terhadap total sampah

Setelah mendapatkan hasil akhir dari total emisi gas rumah kaca, selanjutnya mengubah satuan dari kg/tahun menjadi satuan GWP. Satuan GWP (*Global Warming Potential*) adalah cara untuk mengukur dan membandingkan pengaruh berbagai jenis gas rumah kaca terhadap pemanasan global. Penggunaan satuan GWP ini membantu 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 3.11 Konversi GWP

Emisi Gas Rumah Kaca	Periode 100 tahun		
	AR4 (2007)	AR5 (2014)	AR6 (2021)
CO <sub>2</sub>	1	1	1
CH <sub>4</sub> (fossil)	25	28	29,8
N <sub>2</sub> O	298	265	273

Pada analisis data emisi gas rumah kaca dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Hasil analisis yang akan di hitung merupakan jumlah gas emisi rumah kaca dari aktivitas bank sampah dalam waktu satu tahun.
2. Setelah didapatkan data jumlah emisi maka akan dibandingkan dengan hasil emisi gas rumah kaca apabila sampah tersebut masuk ke bank sampah dan melalui proses pengolahan limbah padat secara *open burning* (pembakaran terbuka) dan penimbunann limbah padat di tempat pembuangan akhir (TPA).
3. Didapatkan jenis emisi gas rumah kaca yang paling berkontribusi menghasilkan emisi pada bank sampah di Kota Yogyakarta.

4. Mengetahui apa saja faktor-faktor penentu dari aktivitas operasional bank sampah yang menghasilkan gam emisi tertinggi, apakah dari aktivitas penimbunan sampah, pengolahan sampah secara *open burning* atau dengan tingginya penggunaan energi.
5. Dari kesimpulan di atas dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui aktivitas yang berkontribusi paling tinggi menghasilkan emisi, sehingga dapat diambil tindakan pengelolaan yang tepat untuk upaya pengurangan emisi yang efektif pada bank sampah di Kota Yogyakarta dalam penelitian selanjutnya.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Gambaran Umum Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Yogyakarta dengan mengambil sampel dari 15 bank sampah sebagai perwakilan beberapa Kecamatan yang diharapkan telah mewakili bank sampah di Kota Yogyakarta, terdapat 8 Kecamatan yaitu Kecamatan Tegalrejo, Kecamatan Jetis, Kecamatan Umbulharjo, Kecamatan Ngampilan, Kecamatan Godomanan, Kecamatan Mantrijeron, Kecamatan Pakualaman dan Kecamatan Wirobrajan. Tiap-tiap bank sampah mempunyai jumlah nasabah yang berbeda-beda dengan kisaran 24 – 150 nasabah, menimbulkan jumlah sampah yang masuk berbeda-beda. Cakupan daerah pelayanan bank sampah ialah setingkat Rukun Warga (RW) yang terdiri dari Rukun Tetangga (RT). Tetapi terdapat beberapa bank sampah melayani nasabah dari luar wilayah seperti dari Kepanewon lain, Kelurahan lain, hingga Kabupaten lain.

Berdasarkan pengamatan langsung dilapangan dengan wawancara serta membagikan kuisioner dapat diketahui berbagai macam aktivitas di bank sampah. Dari aktivitas pemilahan sampah rata-rata dilakukan oleh nasabah sebelum menyetorkan sampahnya, untuk berbagai jenis sampah yang dipilah oleh nasabah sudah ditentukan dari pihak bank sampah. Secara umum sampah yang di terima oleh bank sampah berupa sampah anorganik, seperti kertas/karton, plastik, logam, karet, kaca. Sementara untuk sampah organik masih belum diterima oleh bank sampah kecuali minyak jelantah. Dari ke 15 sampel bank sampah kebanyakan masyarakat mengelola sampah organiknya dengan dijadikan kompos atau dibakar..

Setiap bank sampah memiliki jadwal operasional yang berbeda-beda, sebagian besar bank sampah beroperasi pada hari minggu dan sabtu, dalam dua minggu sekali atau satu bulan sekali. Setiap bank sampah

memiliki sistem pengangkutan yang berbeda seperti pengantaran sampah yang dilakukan oleh nasabah langsung ke bank sampah, pengumpulan sampah yang dilakukan di tiap Rukun Tetangga (RT) yang nantinya akan dijemput oleh pihak bank sampah, dan penjemputan sampah oleh pihak bank sampah. Jenis transportasi yang digunakan berbeda-beda, biasanya nasabah menyetorkan sampahnya menuju bank sampah menggunakan sepeda motor roda dua. Setelah itu baru sampah ditimbang sesuai dengan jenis serta berat sampah, barulah dicatat dalam buku tabungan nasabah.

Setelah sampah terkumpul di bank sampah biasanya pihak bank sampah akan memilah lagi untuk memastikan bahwa tidak ada sampah yang tercampur. Setiap bank sampah memiliki kategori pemilahan jenis sampah berdasarkan permintaan pengepul. Pemilahan yang dilakukan oleh pihak bank sampah ini juga menambah nilai jual sampah, sehingga pihak bank sampah dapat menambah nilai jual. Sementara untuk proses pengelolaan sampah di bank sampah hanya terdapat proses pemilahan saja, tetapi ada bank sampah yang mengelola sampah anorganik menjadi kerajinan seperti kerajinan dari plastik. Namun kegiatan ini tidak dilakukan secara rutin hanya saat ada perlombaan antar bank sampah atau saat ada acara festival.

Sampah yang sudah terkumpul di bank sampah biasanya langsung diangkut oleh pihak pengepul, karena bank sampah masih ada yang berlokasi di rumah warga tidak melakukan penyimpanan sementara karena tidak tersedianya tempat penyimpanan sampah. Tetapi ada bank sampah yang menimbun sampahnya di gudang barulah diangkut jika dirasa gudang sudah penuh. Untuk lama penyimpanan ini berkisar antara satu minggu hingga satu bulan, hal ini tergantung dari kapasitas gudang penyimpanan. Rata-rata pengepul yang menjemput sampah ke bank sampah menggunakan alat transportasi motor roda 3, *pick up*, dan truk

Informasi lebih lanjut mengenai aktivitas operasional pada 15 sampel bank sampah di Kota Yogyakarta dapat dilihat pada tabel 4.2 sampai 4.4.

Tabel 4.1 Informasi aktivitas operasional pada bank sampah kategori besar

<b>Nama Bank Sampah</b>	Surolaras	Simul 5	Suryo Resik	Gumregah	Catur Membangun
<b>Alamat Bank Sampah</b>	Jl. Suronatan No. blok NG-2/51, Notoprjan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	Jl. Sidomulyo No.345, Bener, Kec. Tegalorejo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	Mj. 2/822, RT 44 RW 13, Suryodiningrat, Kec. Mantrijeron, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	Bener, Kec Tegalorejo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	Jl. Semaki, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta
<b>Jumlah Nasabah Aktif</b>	91	97	105	69	62
<b>Cakupan Pelayanan</b>	Padukuhan	Padukuhan	Padukuhan	Padukuhan	Padukuhan
<b>Jadwal Operasional</b>	Setiap minggu pada hari sabtu/minggu	Sebulan sekali pada minggu ke-4	Sebulan sekali pada minggu ke-1	Sebulan sekali pada minggu ke-1	Sebulan sekali pada minggu ke-1
<b>Jenis Sampah yang diterima</b>	Kertas/Karton, Plastik, Logam.	Kertas/Karton, Plastik, Logam, kain, minyak jelantah.	Kertas/Karton, Plastik, Logam, Kaca.	Kertas/Karton, Plastik, Logam.	Kertas/Karton, Plastik, Logam, kaca.
<b>Banyak sampah yang diterima (3 bulan terakhir)</b>	3218,42 kg	2612,5 Kg	1421,27 Kg	1910,75 Kg	1782,09 Kg
<b>Metode pengolahan</b>	Pemilahan	Pemilahan	Pemilahan dan pembuatan eco enzyme	Pemilahan	Pemilahan dan pembuatan eco enzyme

Tabel 4.2 Informasi aktivitas operasional pada bank sampah kategori sedang

<b>Nama Bank Sampah</b>	Berseri	Menur Pandeyan	Blazet	Sewu Asri	Ngudi Berkah
<b>Alamat Bank Sampah</b>	Jl. Bumijo kulon No. 1 Bumijo, Kec. Jetis, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	Jl. Pandeyan, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	Jl. Taman Siswa No.7 Gunungketur, Pakualaman, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	Balai serbaguna, Jl. Kp. Sitisewu, RT 04/Rw 01, Sosromenduran, Gedong Tengen Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	Jl. Minggiran, Gang Kedondong 1, Suryodiningratan, Kec. Mantrijeron, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta
<b>Jumlah Nasabah Aktif</b>	60	54	54	47	43
<b>Cakupan Pelayanan</b>	Padukuhan	Padukuhan	Padukuhan	Padukuhan	Padukuhan
<b>Jadwal Operasional</b>	Sebulan sekali pada minggu ke-4	Setiap minggu pada hari sabtu/minggu	Sebulan sekali pada minggu ke-2	Sebulan sekali pada minggu ke-4	Setiap 2 minggu sekali pada hari sabtu/minggu
<b>Jenis Sampah yang diterima</b>	Kertas/Karton, Plastik, Logam.	Kertas/Karton, Plastik, Logam, Kaca.	Kertas/Karton, Plastik, Logam.	Kertas/Karton, Plastik, Logam.	Kertas/Karton, Plastik, Logam, Karet, Kaca
<b>Banyak sampah yang diterima (3 bulan terakhir)</b>	1000,1 kg	1226,09 Kg	999,35 Kg	969,72 Kg	1300,78 Kg
<b>Metode pengolahan</b>	Pemilahan dan pembuatan eco enzyme	Pemilahan	Pemilahan	Pemilahan	Pemilahan dan pembuatan eco enzyme

Tabel 4.3 Informasi aktivitas operasional pada bank sampah kategori kecil

<b>Nama Bank Sampah</b>	Kusuma Pertiwi	Pokoke Resik	Sinar Lestari	Pareanom	Damai Bersatu
<b>Alamat Bank Sampah</b>	Prawirodirjan, Kec. Gondomanan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	Gg. Darusalam No. 602 Notoprajan, Ngampilan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	Jl. Sidikan No. 71-75, sorousutan, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	Jl. Pareanom No.7, Patangpuluhan, Wirobrajan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta	Jl. Brigjen Katamso No.11 88 B, Prawirodirjan, Gondomanan, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta
<b>Jumlah Nasabah Aktif</b>	40	38	43	40	37
<b>Cakupan Pelayanan</b>	Padukuhan	Padukuhan	Padukuhan	Padukuhan	Padukuhan
<b>Jadwal Operasional</b>	Setiap minggu pada hari sabtu/minggu	Setiap 2 minggu sekali pada hari sabtu/minggu	Sebulan sekali pada minggu ke-1	Setiap 2 minggu sekali pada hari sabtu/minggu	Sebulan sekali pada minggu ke-4
<b>Jenis Sampah yang diterima</b>	Kertas/Karton, Plastik, Logam.	Kertas/Karton, Plastik, Logam	Kertas/Karton, Plastik, Logam, Kain, Minyak Jelantah	Kertas/Karton, Plastik, Logam.	Kertas/Karton, Plastik, Logam, Kaca.
<b>Banyak sampah yang diterima (3 bulan terakhir)</b>	774,61 kg	563,3 Kg	755,27 Kg	878,16 Kg	860,66 Kg
<b>Metode pengolahan</b>	Pemilahan	Pemilahan	Pemilahan dan pembuatan eco enzyme	Pemilahan	Pemilahan



#### 4.1.1 Timbulan dan Komposisi Sampah Bank Sampah di Kota Yogyakarta

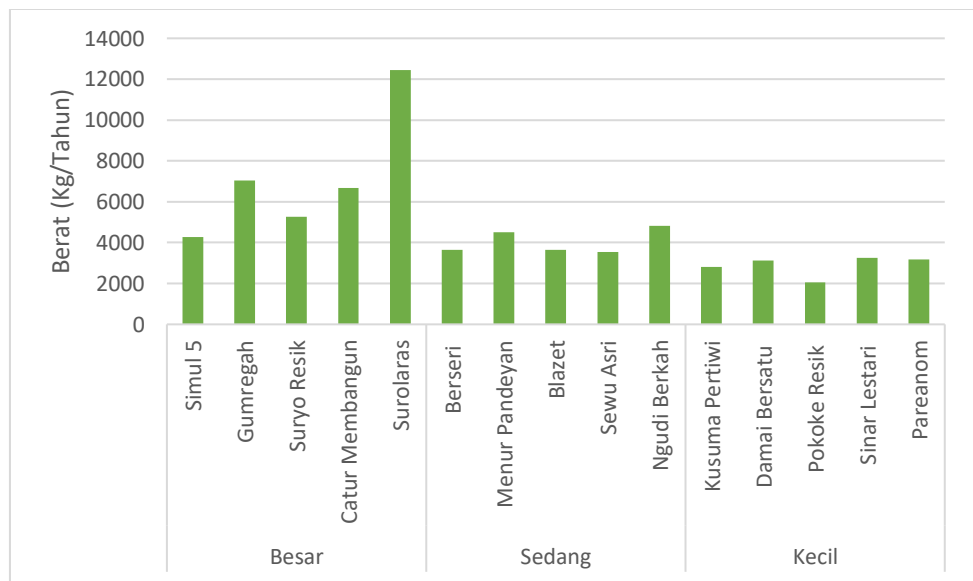
Pada timbulan sampah dan komposisi sampah di bank sampah dilakukan dengan pengambilan data berupa jumlah sampah yang diterima selama 3 bulan terakhir di masing-masing 15 bank sampah. Berat sampah sendiri telah di ketahui berdasarkan pengambilan data dengan wawancara melalui pengolah bank sampah.

Berikut merupakan rumus dalam menentukan persentase komposisi sampah :

*Komposisi sampah*

$$= \frac{\text{Berat komponen sampah (kg)}}{\text{Berat total sampah yang dukur (kg)}} \times 100\% \dots\dots\dots (4.1)$$

(Hendria N.Z dkk, 2023)

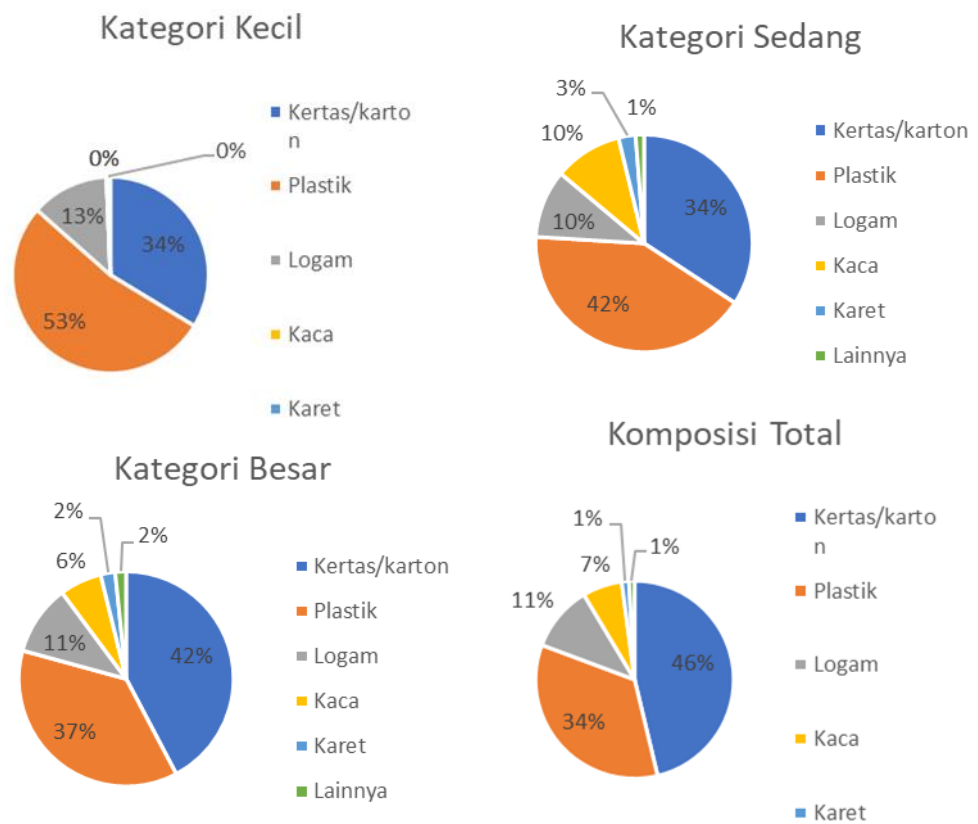


Gambar 4.1 Berat Sampah per Bank Sampah

Dapat dilihat pada gambar 4.1 hasil perbandingan berat sampah dari masing-masing bank sampah. Bank sampah yang menerima sampah paling tinggi dengan berat sampah sebesar 12000 kg per tahun pada bank sampah surolaras. Sedangkan untuk bank sampah dengan berat sampah paling kecil yaitu 2000 kg per tahun pada bank sampah pokoce resik. Jumlah timbulan

sampah pada tiap Bank Sampah mengalami perbedaan. Hal ini disebabkan oleh area pelayanan, jumlah nasabah yang aktif dalam menabung. Jika memiliki cakupan yang luas maka sampah yang dihasilkan semakin banyak ditambah dengan nasabah yang banyak sehingga timbulan sampah yang dihasilkan tinggi.

Komposisi sampah terhadap ke 15 bank sampah dilakukan dengan pengambilan data pemilahan sampah yang dilakukan oleh para nasabah bank sampah, pemilahan ini dilakukan dengan membedakan jenis-jenis sampah yang akan diterima oleh pengepul. Untuk jenis sampah tersebut berupa kertas/karton, logam, plastik, karet/kulit, kaca, dan lainnya. Pada komposisi sampah dinyatakan dalam bentuk persentase (%) berat, komposisi masing-masing sampah pada kategori bank sampah besar, sedang dan kecil dapat dilihat pada gambar 4.2.

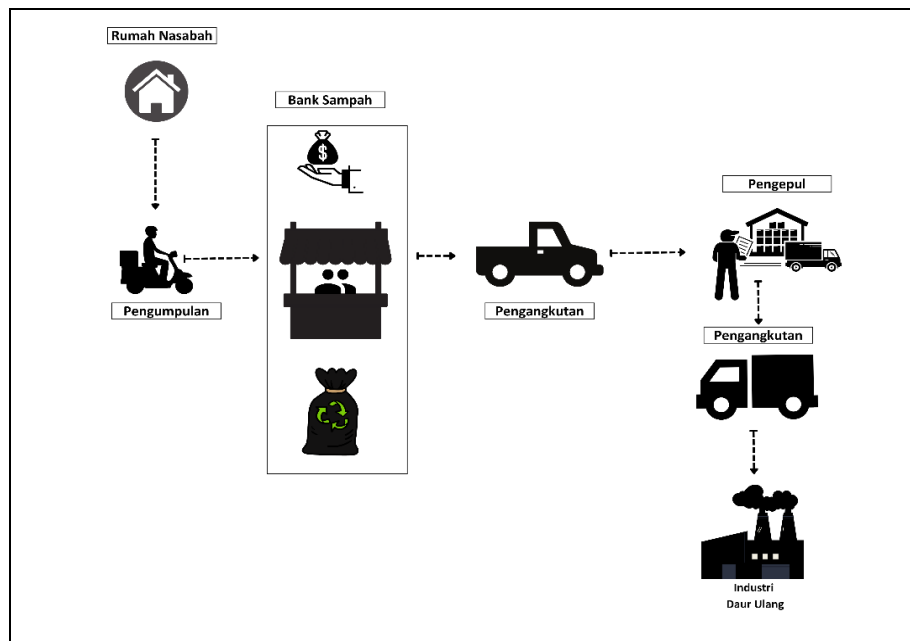


Gambar 4.2 Komposisi Sampah dari Bank Sampah, besar, sedang, kecil

Menurut Aziz dan Nitri, dalam penelitiannya yang berjudul “Studi Daur Ulang Sampah Kertas dari Sumber Institusi di Kota Padang” menjelaskan bahwa, komposisi sampah kertas/karton paling banyak adalah jenis duplek atau kertas karton, kertas dan karton mudah didapatkan dan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti untuk membungkus makanan, mengirim surat, atau membuat catatan. Sementara itu sampah kertas bisa didaur ulang menjadi kertas kembali. Pada ketiga bank sampah dengan kategori besar, sedang dan kecil jenis sampah yang paling banyak adalah sampah kertas/karton.

#### 4.2 Aktivitas Operasional di Bank Sampah

Gambaran secara umum dari aktivitas operasional bank sampah dari awal hingga akhir, sebagai berikut :



Gambar 4.3 Diagram Aktivitas Pada Bank Sampah

Dari semua aktivitas di bank sampah pada diagram alir di atas ternyata yang berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca yaitu pada aktivitas pengangkutan sampah, dimulai pengangkutan sampah dari

nasabah menuju bank sampah, bank sampah menuju pengepul, dan pengepul menuju industri. Penggunaan kendaraan ini akan menghasilkan emisi gas rumah kaca selama proses aktivitas pengangkutan sampah. Bahan bakar seperti bensin terdiri dari hidrokarbon yang terbakar dalam mesin kendaraan, sehingga proses pembakaran ini dapat menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), dan dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Emisi ini terjadi karena adanya pembakaran yang tidak sempurna sehingga kinerja mesin tidak optimal, dan mengakibatkan energi dari bahan bakar tidak dikonversi sepenuhnya menjadi energi, tetapi akan dilepaskan sebagai emisi.

Kegiatan pengangkutan sampah dari bank sampah menuju pengepul merupakan salah satu tahapan operasional bank sampah. Data ini di peroleh dengan wawancara tertulis serta pengamatan secara langsung di gudang pengepul, bahwa kegiatan pengangkutan sampah menuju gudang pengepul menggunakan kendaraan bermotor seperti sepeda motor roda 3, mobil *pick up* dan truk. Kendaraan ini tentu akan menghasilkan emisi dengan menggunakan bahan bakar fosil berupa RON 92 dan solar.

Sampah yang telah masuk ke gudang pengepul selanjutnya akan dipilah kembali secara manual, baru disetor oleh pengepul ke pengepul yang lebih besar atau pabrik daur ulang. Untuk penyetoran sampah menuju pihak ketiga menggunakan kendaraan seperti truk atau kendaraan lainnya yang telah disiapkan. Tabel 4.4 merupakan tabel informasi mengenai bagaimana metode proses pemilahan dan kemana sampah selanjutnya di bawa dari bank sampah ini berakhir.

Tabel 4.4 Informasi Aktivitas Pengepul pada 15 Bank Sampah di Kota Yogyakarta

No	Nama Bank Sampah	Nama Pengepul	Alamat Gudang Pengepul	Metode Pengolahan	Tujuan Penyetoran	Jenis Sampah Yang disetorkan
1	Simul 5	Bapak Budi	Jl. Jatimulyo RT 05 RW 02 Jatimulyo, Kricak, Kec. Tegalrejo, Kota Yogyakarta	Pemilahan	Pabrik Daur Ulang, Klaten	Plastik
2	Gumregah				Pengepul, Bantul	Semua jenis sampah
3	Pokoke Resik	Bapak Andi	Tejokusuman Ng 2 504 RT 24 RW 04, Kec. Ngampilan, Kota Yogyakarta	Pemilahan	Peleburan Logam, Banguntapan	Logam
4	Surolaras				Pengepul, Ringroad Utara	Semua jenis sampah
5	Pareanom				Pengepul, Bantul	Semua jenis sampah
6	Blazet	Segoro Kertas (Ibu Ita)	Jl. Garuda No. 174, Tahunan, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta	Pemilahan	Pabrik Wojo Ketel, Giwangan	Logam, plastik
7	Suryo Resik				Pabrik Kertas, Mojokerto	Kertas/karton
8	Kusuma Pertiwi	Bapak Wafiq	Timbulharjo, Kec. Sewon, Kab. Bantul	Pemilahan	Rongsokan, Nitikan	logam, Plastik
9	Damai Bersatu				Pabrik Kertas, Solo	Kertas/karton
10	Berseri					
11	Catur Membangun	Mega Jaya (Bapak Yosep)	Nitikan UH VI/591 A RT 45 RW 11, Kota Yogyakarta	Pemilahan	Berkah Abadi, Jl. Parangtritis	Kertas
12	Menur Pandeyan				Rongsoan, Jl. Wonosari	Logam
13	Sinar Lestari				Pabrik Penggiling, Klatenn	Plastik
14	Ngudi Berkah	TM Sampah (Bapak Tomi)	Jl. Samirono, Jambon Bawuran, Kec. Pleret, Kab. Bantul	Pemilahan	Pabrik kertas, Magelang	Kertas
15	Sewu Asri				Pabrik Daur Ulang, Surabaya	Plastik
					Peleburan Logam, Klaten	Logam

### 4.3 Potensi Emisi Gas Rumah Kaca Dari Aktivitas Bank Sampah

#### 4.3.1 Aktivitas Penyetoran Sampah Dari Nasabah Menuju Bank Sampah

Penyetoran sampah merupakan aktivitas dimana nasabah meyetorkan sampahnya ke bank sampah. Dari hasil wawancara rata-rata kegiatan pengumpulan sampah dilakukan menggunakan transportasi kendaraan roda 2 dengan bahan bakar bensin (RON 92). Dari hasil penelitian ini sebagian besar nasabah yang ingin menyetorkan sampah menuju bank sampah dengan menggunakan sepeda motor, dengan jarak minimal 500 meter.

Perhitungan untuk mencari nilai emisi berdasarkan dari bahan bakar kendaraan dengan menggunakan faktor emisi default IPCC. Untuk bahan bakar bensin (RON 92) dengan nilai faktor emisi CO<sub>2</sub> yaitu 72600 kg/TJ, CH<sub>4</sub> yaitu 25 kg/TJ, dan N<sub>2</sub>O yaitu 8 kg/TJ.

##### 1. Perhitungan emisi CO<sub>2</sub> dari nasabah ke bank sampah

Dari 15 sampel bank sampah sebagai contoh perhitungan emisi CO<sub>2</sub> di Bank Sampah Gumregah sebesar 260,752 kg CO<sub>2</sub>/tahun Bank Sampah Gumregah sendiri beroperasi 1 bulan sekali, dengan jumlah nasabah yang aktif sebanyak 75 orang. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CO<sub>2</sub> berdasarkan dari bahan bakar RON 92 dengan menggunakan rumus IPCC metode Tier-1 dengan nilai faktor emisi RON 92 sebesar 72600 kg/TJ, nasabah di bank sampah gumregah mencakup satu RW yaitu RW 07, untuk jarak rata-rata nasabah dalam satu RW 07 ini sebesar 2,6 km dengan *route* perjalanan pulang pergi, dan untuk rata-rata konsumsi bahan bakar untuk sepeda motor sebesar 21,5 km/liter, sebagai berikut:

- Jarak tempuh 1 tahun = Jumlah nasabah aktif x waktu operasional dalam 1 tahun x jarak tempuh PP

$$= 75 \text{ nasabah} \times 12 \text{ kali} \times 2,6 \text{ km}$$

$$= 2340 \text{ km}$$

- Rata-rata konsumsi bahan bakar =  $2340 \text{ km} \times 21,5 \text{ km/liter}$   
 $= 108.83 \text{ liter}$

Karna pada faktor emisinya menggunakan satuan *Terajoule* (TJ) maka perlu dilakukan konversi liter ke *terajoule*, maka :

- Konsumsi BBM (TJ) =  $108.83 \text{ liter} \times (33 \times 10^{-6})$   
 $= 0,0036 \text{ TJ}$
- Emisi CO<sub>2</sub> =  $0,0036 \text{ TJ} \times 72600 \text{ kg CO}_2/\text{TJ}$   
 $= 260.75 \text{ kg CO}_2/\text{tahun}$   
 $= 260,75 \text{ kg CO}_2\text{eq}/\text{tahun}$

## 2. Perhitungan Emisi CH<sub>4</sub> dari nasabah menuju bank sampah

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah nasabah menuju bank sampah gumregah berjumlah 108.8372 liter, untuk bahan bakar bensin RON 92. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CH<sub>4</sub> berdasarkan dari bahan bakar RON 92 dengan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi sebesar 33 kg/TJ, sebagai berikut:

- Emisi CH<sub>4</sub> =  $0,0036 \text{ TJ}/\text{tahun} \times 33 \text{ kg}/\text{TJ}$   
 $= 0,0898 \text{ kg}/\text{CH}_4/\text{tahun}$
- Satuan kg/CH<sub>4</sub>/tahun diubah menjadi satuan kg/CH<sub>4</sub>eq/tahun  
 $= 0,0898 \text{ kg}/\text{CH}_4/\text{tahun} \times 29,8$   
 $= 2,67 \text{ kg}/\text{CH}_4\text{eq}/\text{tahun}$

## 3. Perhitungan emisi N<sub>2</sub>O dari nasabah menuju bank sampah

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah nasabah menuju Bank Sampah Gumregah berjumlah 108.83 L/tahun, untuk bahan bakar RON 92. Perhitungan untuk mencari nilai

emisi N<sub>2</sub>O berdasarkan dari bahan bakar RON 92 dengan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi sebesar 8 kg/TJ, sebagai berikut:

- Emisi N<sub>2</sub>O = 0,0036 TJ/tahun x 8 kg/Tj  
= 0,0287 kg/ N<sub>2</sub>O /tahun
- Satuan kg/N<sub>2</sub>O/tahun diubah menjadi satuan kg/N<sub>2</sub>Oeq/tahun  
= 0,0287 kg/N<sub>2</sub>O/tahun x 273  
= 7,8 kg/N<sub>2</sub>Oeq/tahun

Maka untuk hasil emisi yang dihasilkan dari aktivitas penyetoran sampah dari nasabah menuju bank sampah CO<sub>2</sub> sebesar 260.752 kg/CO<sub>2</sub>eq /tahun, nilai CH<sub>4</sub> sebesar 2,67 kg/CO<sub>2</sub>eq/tahun dan nilai N<sub>2</sub>O sebesar 7,8 kg/ CO<sub>2</sub>eq /tahun dengan rute pulang pergi dan jenis kendaraan sepeda motor roda dua dengan bahan bakar RON 92. Berikut merupakan total emisi dari nasabah menuju bank sampah dalam satu tahun.

Tabel 4.5 Total Emisi dari Nasabah Menuju Bank Sampah

No	Kategori	Nama	CO <sub>2</sub> eq/tahun	CH <sub>4</sub> eq/tahun	N <sub>2</sub> Oeq/tahun
1	Besar	Simul 5	180,253	1,850	5,422
2		Gumregah	260,752	2,676	7,844
3		Suryo Resik	273,054	2,802	8,214
4		Catur Membangun	177,311	1,820	5,334
5		Surolaras	1176,728	12,075	35,399
6	Sedang	Berseri	140,138	1,438	4,216
7		Menur Pandeyan	693,200	7,113	20,853
8		Blazet	127,835	1,312	3,846
9		Sewu Asri	87,987	0,903	2,647
10		Ngudi Berkah	294,182	3,019	8,850
11	Kecil	Kusuma Pertiwi	417,203	4,281	12,551
12		Damai Bersatu	148,428	43,871	4,465
13		Pokoke Resik	177,579	1,773	5,197
14		Sinar Lestari	147,091	1,509	4,425
15		Pareanom	121,952	1,251	3,669
TOTAL			<b>4423,694</b>	<b>87,693</b>	<b>132,932</b>



### 4.3.2 Aktivitas Penyetoran Sampah Dari Bank Sampah Menuju Pengepul

Pada aktivitas penyetoran sampah dari bank sampah menuju pengepul sebagian besar menggunakan jenis kendaraan roda tiga, tetapi ada yang menggunakan jenis kendaraan roda empat seperti, *pick up* dan truk. Sebelum sampah diangkut oleh pengepul, sampah tersebut di pilah terlebih dahulu oleh pihak bank sampah. Pengangkutan sampah ini dilakukan setelah jam operasional bank sampah berakhir, tetapi terdapat bank sampah yang mengangkut sampahnya jika gudang penyimpanan sudah penuh.

Setelah semua sampah dipilah bank sampah akan menjual sampahnya kepada pengepul. Pengepul membeli sampah dari masyarakat dan menjualnya ke tempat pembuatan kerajinan dari sampah atau ke tempat daur ulang sampah, atau ke perusahaan seperti kertas, plastik dan logam.

Tabel 4.6 Total Emisi dari Bank sampah menuju Pengepul

No	Kategori	Nama	CO2eq/tahun	CH4eq/tahun	N2Oeq/tahun
1	Besar	Simul 5	5,349	0,055	0,161
2		Gumregah	4,012	0,041	0,121
3		Suryo Resik	41,861	0,066	0,601
4		Catur Membangun	12,837	0,132	0,386
5		Surolaras	3,209	0,033	0,097
6	Sedang	Berseri	97,812	0,153	1,405
7		Menur Pandeyan	25,674	0,263	0,772
8		Blazet	1,872	0,019	0,056
9		Sewu Asri	131,328	1,320	3,871
10		Ngudi Berkah	213,408	0,335	3,066
11	Kecil	Kusuma Pertiwi	72,230	0,113	1,038
12		Damai Bersatu	148,428	43,871	4,465
13		Pokoke Resik	177,579	1,773	5,197

No	Kategori	Nama	CO2eq/tahun	CH4eq/tahun	N2Oeq/tahun
14		Sinar Lestari	147,091	1,509	4,425
15		Pareanom	121,952	1,251	3,669
TOTAL			<b>1204,642</b>	<b>50,936</b>	<b>29,331</b>

### 4.3.3 Aktivitas Penyetoran Sampah Dari Pengepul Menuju Industri

Sampah yang telah dipilah dan dijual oleh pengepul, selanjutnya pengepul akan menjual ke pihak ketiga atau industri. Ada berbagai macam perusahaan seperti perusahaan kertas, plastik, dan logam, termasuk industri daur ulang yang menerima semua jenis sampah, yang nantinya sampah tersebut di daur ulang kembali menjadi barang yang memiliki nilai jual. Untuk jenis sampah yang dijual berbagai macam seperti kertas/karton, logam, plastik, karet dan lain sebagainya. Biasanya pengepul menjual sampahnya kembali jika dirasa gudang penyimpanan sudah penuh barulah sampah tersebut dijual.

Tabel 4.7 Total Emisi dari Pengepul Menuju Industri

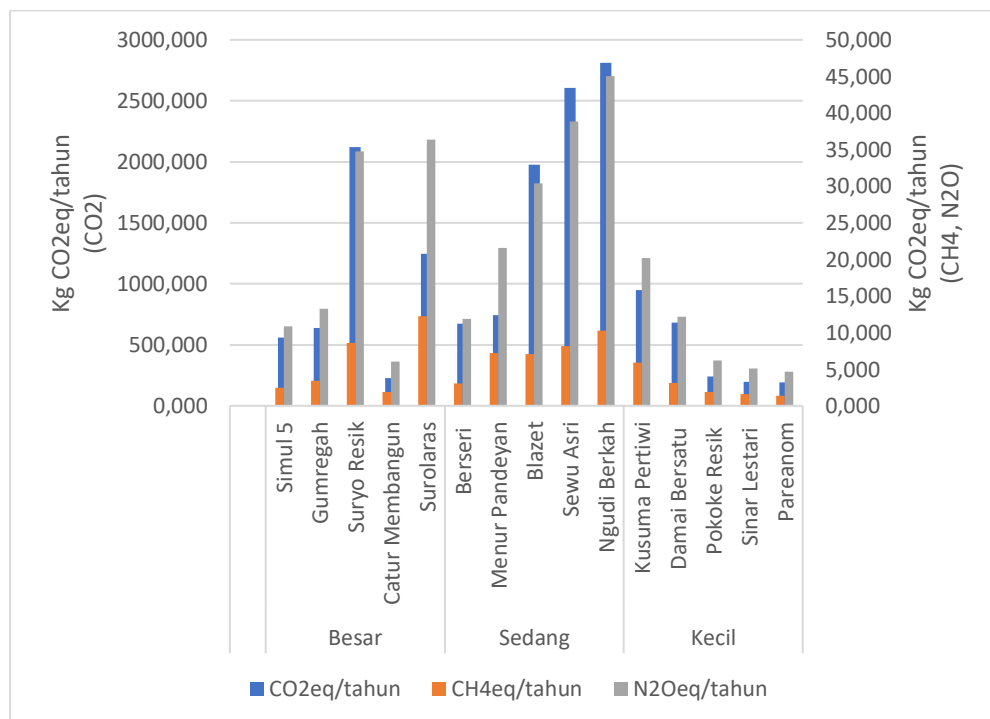
Nama Pengepul	Emisi GRK (kg/emisi/tahun)			Emisi GRK (kg/CO2eq/tahun)		
	CO2 (kg CO2/tahun)	CH4 (kg CH4/tahun)	N2O (kg N2O/tahun)	CO2 (kg CO2/tahun)	CH4 (kg CH4/tahun)	N2O (kg N2O/tahun)
Bapak Budi	436.392	0,028	0,023	436.392	0,849	6.270
Bapak Andi	79.754	0,005	0,004	79.7544	0,168	1.145
Segoro Kertas	2133.806	0,223	0,112	2133.8064	6,650	30.659
Bapak Wafiq	615.463	0,061	0,032	615,4632	1,826	8.843
Mega Jaya	56.43	0,003	0,003	56.43	0,107	0.810
TM Sampah	2904.264	0,281	0,152	2904.264	8,390	41.729
<b>Total</b>	<b>6226.11</b>	<b>0,603</b>	<b>0,327</b>	<b>6226.11</b>	<b>17.993</b>	<b>89.459</b>

### 4.3.4 Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Operasional Bank Sampah

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

Berdasarkan perhitungan emisi dari aktivitas pengumpulan dan pengangkutan pengepul di tiap-tiap sampel bank sampah, ditampilkan pada gambar diagram 4.4.

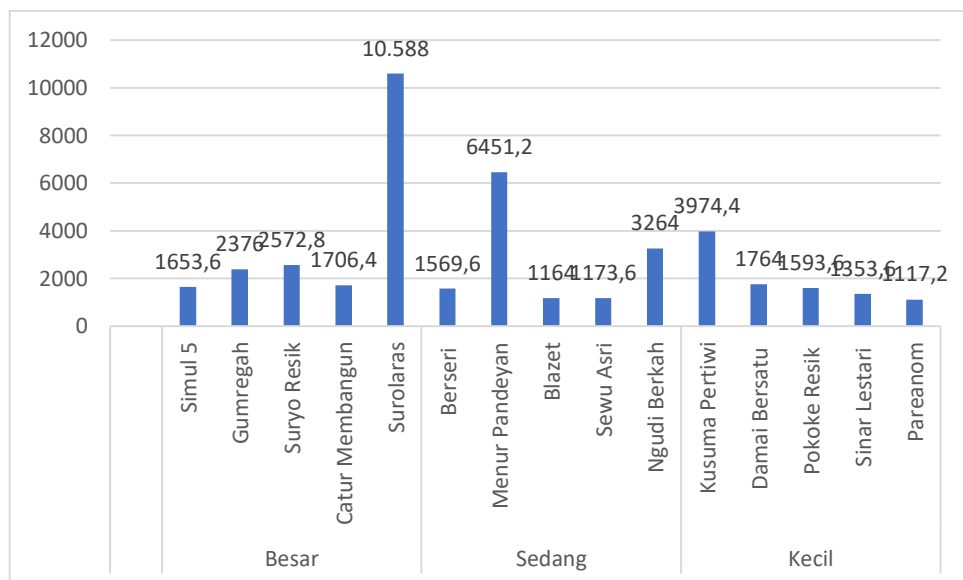
Faktor utama dari tingginya emisi dapat disebabkan salah satunya jarak tempuh dan jenis kendaraan serta konsumsi bahan bakar, pada bank sampah kategori sedang dan kecil memiliki tingkat emisi yang tinggi, seharusnya lebih rendah emisi yang dihasilkan. Setelah diamati ternyata hal tersebut disebabkan oleh jauhnya jarak tempuh dari bank sampah menuju gudang pengepul serta penggunaan bahan bakar solar.



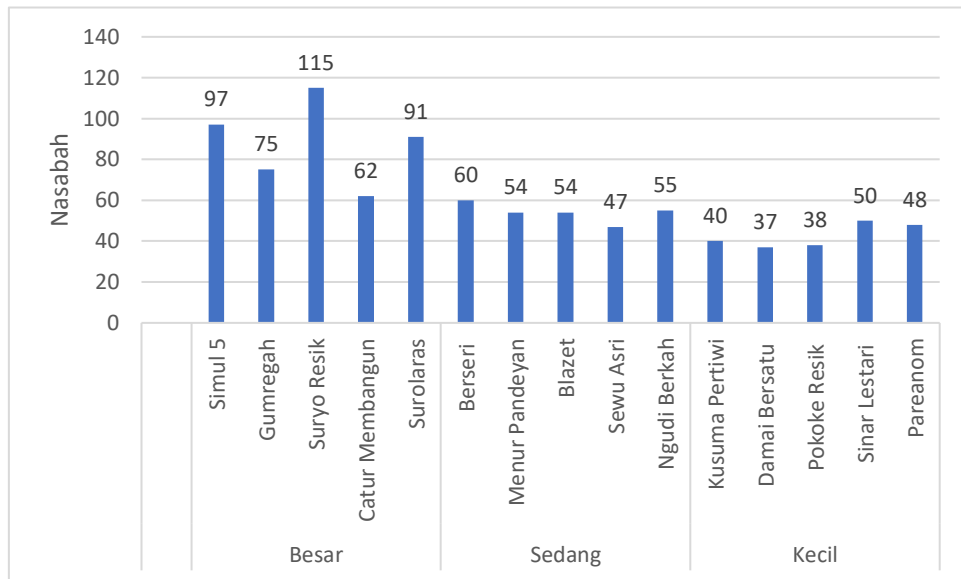
Gambar 4.4 Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Pengumpulan dan Pengangkutan Pengepul

Dapat dilihat bahwa semakin banyak nasabah yang aktif dan terdaftar di bank sampah serta memiliki cangkupan yang luas dan frekuensi penyeteroran sampah yang lebih sering akan menghasilkan emisi yang lebih besar dikarenakan melibatkan jumlah kendaraan bermotor yang lebih banyak dan rute perjalanan yang lebih Panjang atau jauh sehingga emisi yang dihasilkan semakin besar. Berikut merupakan diagram batang total jarak yang ditempuh oleh aktivitas bank sampah dan menunjukkan adanya hubungan antara jarak tempuh kendaraan dengan emisi yang dihasilkan. Seperti pada bank sampah surolaras 10.588 km per tahun, sementara bank sampah blazet 1.164 km per tahun. Maka dari itu semakin besar jarak yang harus ditempuh oleh kendaraan, semakin tinggi tingkat emisi yang dihasilkan.

Selain itu terdapat juga hubungan antara jumlah jarak tempuh dan jumlah nasabah, seperti pada gambar 4.5, diagram ini menunjukkan total jumlah nasabah pada tiap-tiap bank sampah. Hal ini disebabkan oleh area pelayanan yang luas serta memiliki lebih banyak nasabah di sekitarnya. Akibatnya, daerah dengan area pelayanan yang terbatas, umumnya memiliki tingkat emisi gas rumah kaca yang lebih rendah karena perjalanan yang lebih singkat.



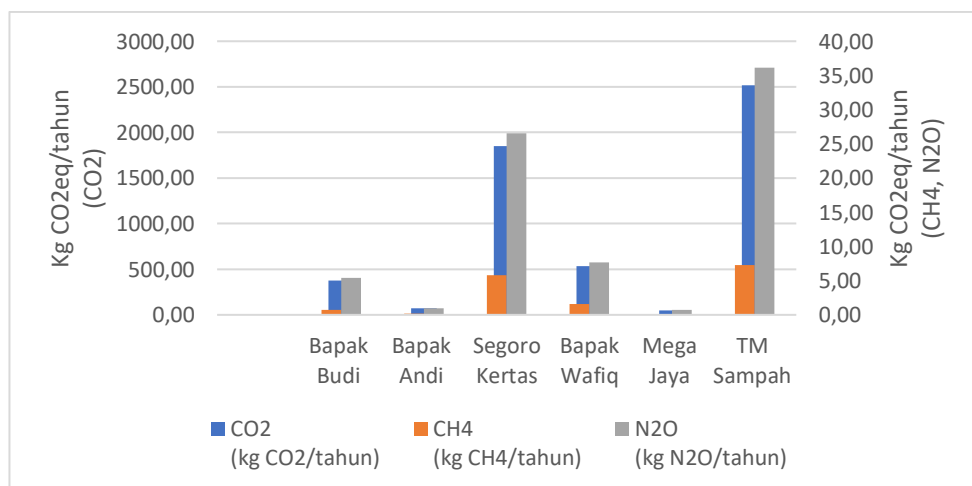
Gambar 4.5 Diagram Batang Total Jarak Tempuh Ativitas Bank Sampah Pegumpulan, Pengolahan dan Pengangkutan



Gambar 4.6 Diagram Batang Total Nasabah Bank Sampah

**b. Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Pengangkutan Pengepul ke Pengepul besar/Industri**

Berdasarkan perhitungan emisi dari aktivitas pengangkutan pengepul besar/industri, ditampilkan pada diagram berikut.



Gambar 4.7 Total Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Pengangkutan Pengepul Besar/Industri

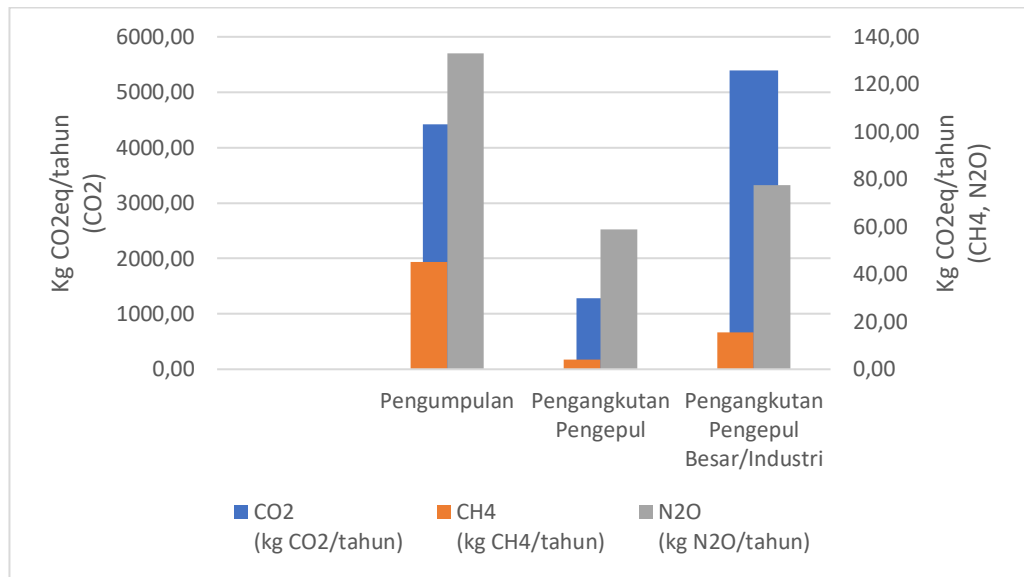
Emisi gas rumah kaca tertinggi pada pengepul TM sampah, sebesar 2517.03 kg CO<sub>2</sub>eq/tahun, 7.27 CO<sub>2</sub>eq/tahun untuk CH<sub>4</sub> dan 36.17 CO<sub>2</sub>eq/tahun untuk N<sub>2</sub>O, bahwa semakin jauh jarak tempuh dan semakin sering melakukan aktivitas pengangkutannya maka emisi yang di hasilkan tergolong tinggi. Hal ini di tunjukan pada pengepul TM sampah yang melakukan pengangkutan ke industri di Kota Surabaya dalam satu bulan selalu, dibandingkan dengan pengepul lainnya yang hanya menyetorkan sampahnya di sekitar Yogyakarta dan Jawa Tengah.

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

Berikut merupakan total emisi dari seluruh kegiatan operasional bank sampah yang menghasilkan emisi gas rumah kaca, di mulai dari pengumpulan sampah dari nasabah menuju bank sampah, dan pengangkutan dari bank sampah menuju pengepul serta pengepul menuju industri. Dapat dilihat bahwa hasil emisi yang tertinggi adalah pengangkutan pengepul menuju industri, terdapat faktor tertentu seperti jarak tempuh yang jauh dan penggunaan kendaraan jenis truk serta bahan bakar solar.

Tabel 4.8 Total Emisi GRK Aktivitas Operasional Bank Sampah

Jenis Aktivitas	CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /tahun)	CH <sub>4</sub> (kg CH <sub>4</sub> /tahun)	N <sub>2</sub> O (kg N <sub>2</sub> O/tahun)
Pengumpulan	4418.88	45,22	67,34
Pengangkutan Pengepul	1612.84	63,95	33,21
Pengangkutan Pengepul Besar/Industri	5395.96	15,59	77,53
<b>Total</b>	<b>11427.69</b>	<b>124,76</b>	<b>178,09</b>



Gambar 4.8 Total Emisi Aktivitas Bank Sampah

Tabel 4.9 Rata-rata Aktivitas per Bank Sampah dan Total Emisi GWP di 278 Bank Sampah Kota Yogyakarta

No	Aktivitas	Total Emisi Per Aktivitas di Bank Sampah (Kg CO2eq/Tahun)	Rata-Rata (Kg CO2eq/tahun)	Total Seluruh Emisi Bank Sampah di Kota Yogyakarta (Kg CO2eq/Tahun)
1	Pengumpulan	4.597,033	306.469	85.198,347
2	Pengangkutan Ke Pengepul	1.347,836	89.856	24.979,902
3	Pengangkutan Ke Industri	5.489,088	365.939	101.731,100
<b>Total</b>		<b>11.433,958</b>	<b>762.264</b>	<b>211.909,349</b>

Contoh perhitungan:

- Rata-rata Pengumpulan
 
$$= \frac{\text{Total Emisi per Aktivitas}}{\text{Jumlah Sampel Lokasi Penelitian}}$$

$$= \frac{4.597,033 \text{ (Kg CO}_2\text{eq/Tahun)}}{15 \text{ Bank Sampah}}$$

$$= 306.469 \text{ (Kg CO}_2\text{eq/Tahun)}$$
- Total 278 Bank Sampah

$$\begin{aligned}
&= \text{Rata - rata} \times \text{Jumlah seluruh Bank Sampah} \\
&= 306.469 \left( \text{Kg} \frac{\text{CO}_2\text{eq}}{\text{Tahun}} \right) \times 278 \text{ Bank Sampah} \\
&= 85.198 \text{ (Kg CO}_2\text{eq/Tahun)}
\end{aligned}$$

Rata-rata peraktivitas dan rata-rata total peraktivitas pada 278 bank sampah penelitian di Kota Yogyakarta digunakan sebagai penentuan dalam menentukan total emisi GWP yang dihasilkan di 278 bank sampah, serta 15 bank sampah tersebut dapat mewakili dari 278 bank sampah untuk mengetahui jumlah emisi GWP pada aktivitas pengelolaan sampah yang dilakukan di bank sampah. Setelah dilakukan rata-rata, total emisi yang dihasilkan di 278 bank sampah Kota Yogyakarta sebesar 211.909,349 (Kg CO<sub>2</sub>eq/Tahun).

#### **4.4 Perbandingan Aktivitas di Luar Bank Sampah**

##### **4.4.1 Aktivitas Pembakaran**

Pembakaran sampah merupakan aktivitas yang umum terjadi di kalangan masyarakat Indonesia, dimana metode ini di nilai memiliki kelebihan untuk mengeliminasi sampah dalam jumlah besar dengan waktu yang singkat. Tetapi perlu disadari bahwa aktivitas tersebut ternyata memiliki dampak yang besar bagi lingkungan, seperti meningkatkan pemanasan global, meningkatnya polusi udara dan lain sebagainya. Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar potensi yang di hasilkan dari aktivitas operasional bank sampah dan aktivitas di luar bank sampah.

Berikut merupakan hasil dari perhitungan pembakaran sampah yang menghasilkan emisi dari jenis sampah kertas/karton, dengan mengacu pada *default IPCC 2006* :

##### **1. Perhitungan CO<sub>2</sub>**

Perhitungan emisi CO<sub>2</sub> dilakukan dengan persamaan berikut :



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

Diketahui:

- MSW = total berat jenis sampah limbah padat yang dibakar  
= 0,070 Gg/tahun
  - Dmj = fraksi *dry matter* di dalam limbah (menggunakan nilai default IPCC jenis kertas/karton)  
= 90%
  - CFj = Fraksi karbon di dalam *dry matter* atau kandungan karbon total (menggunakan nilai default IPCC jenis kertas/karton)  
= 46%
  - FCFj = fraksi karbon fosil dalam karbon total (menggunakan nilai default IPCC jenis kertas/karton)  
= 0,01
  - OFj = Faktor Oksidasi (fraksi)  
= 58% (nilai default IPCC)
- 44/12 = Faktor Konversi C ke CO<sub>2</sub>

Perhitungan sampah kertas karton yang dibakar:

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

$$Emisi CO_2 = 0,070 Gg$$

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

$$Emisi CO_2 = 38527,58 Gg CO_2$$

## 2. Perhitungan CH<sub>4</sub>

Perhitungan CH<sub>4</sub> dilakukan dengan persamaan berikut :

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

Diketahui :

- Emisi CH<sub>4</sub> = emisi CH<sub>4</sub> dalam tahun inventori (Gg/tahun)  
 IW<sub>i</sub> = berat total sampah jenis kertas/karton yang dibakar  
 = 0,0143 Gg/tahun  
 EF<sub>i</sub> = fraksi emisi CH<sub>4</sub> (kg CH<sub>4</sub>/kg sampah)  
 = 6500 g/kg (nilai default IPCC)  
 10<sup>-6</sup> = faktor konversi kg ke Gg  
 i = kategori sampah yang dibakar

Perhitungan kertas/karton yang dibakar:

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

$$Emisi CH_4 = \sum \text{kertas/karton} (0,0143 \times 6500) \times 10^{-6}$$

$$Emisi CH_4 = 9,3 Gg CH_4$$

### 3. Perhitungan emisi N<sub>2</sub>O

Perhitungan emisi N<sub>2</sub>O dilakukan dengan persamaan berikut :

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

Diketahui :

- Emisi N<sub>2</sub>O = emisi N<sub>2</sub>O dalam tahun inventori (Gg/tahun)  
 IW<sub>i</sub> = berat total sampah jenis kertas/karton yang dibakar  
 = 0,0143 Gg/tahun  
 EF<sub>i</sub> = fraksi emisi N<sub>2</sub>O (kg N<sub>2</sub>O /kg sampah)  
 = 150 Kg/Gg  
 10<sup>-6</sup> = faktor konversi kg ke Gg  
 i = kategori sampah yang dibakar

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

$$Emisi N_2O = \sum \frac{kertas}{karton} (0,0143 \times 150) \times 10^{-6}$$

$$Emisi N_2O = 2,1 Gg N_2O$$

#### 4.4.2 Aktivitas Pengangkutan ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan Penimbunan Sampah di TPA

##### a). Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) dari Aktivitas Pengangkutan Menuju ke *Landfil*

Perhitungan nilai emisi gas rumah kaca (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) 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

Tabel 4.10 Total Emisi GRK dari Pembakaran Sampah Bank Sampah adalah TPST Piyungan, yang beralamat di Ngablak, Stimulyo, Kecamatan

Jenis Sampah	Total Emisi, Kg Emisi/Tahun			Total Emisi, Kg CO <sub>2</sub> eq/Tahun		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
kertas/karton	0,000284605	0,000210096	0,000004848	0,000284605	0,005672587	0,001323604
Plastik	0,038108801	0,000155288	0,000003584	0,038108801	0,004192782	0,000978316
Logam	0,000000000	0,000050240	0,000001159	0,000000000	0,001356488	0,000316514
Karet/kulit	0,000134173	0,000004567	0,000000105	0,000134173	0,000123317	0,000028774
Kaca	0,000000000	0,000031971	0,000000738	0,000000000	0,000863220	0,000201418
Lainnya (minyak jelantah)	0,000000000	0,000004567	0,000000105	0,000000000	0,000123317	0,000028774
<b>Total</b>	<b>0,038527580</b>	<b>0,000456730</b>	<b>0,000010540</b>	<b>0,038527580</b>	<b>0,012331711</b>	<b>0,002877399</b>

Piyungan, Kabupaten Bantul. 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 (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) dari kegiatan pengangkutan menuju ke *landfill* di ke-15 sampel bank sampah dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.11 Total Emisi GRK dari Pengangkutan ke Landfill

No.	Nama	CO <sub>2</sub> eq/tahun	CH <sub>4</sub> eq/tahun	N <sub>2</sub> Oeq/tahun
1	Simul 5	110.854	0,174	1,593
2	Gumregah	117.374	0,184	1,686
3	Suryo Resik	78.250	0,123	1,124
4	Catur Membangun	78.250	0,123	1,124
5	Surolaras	95.856	0,150	1,377
6	Berseri	106.289	0,167	1,527
7	Menur Pandeyan	58.035	0,091	0,834
8	Blazet	71.729	0,113	1,031
9	Sewu Asri	104.333	0,164	1,499
10	Ngudi Berkah	73.033	0,115	1,049
11	Kusuma Pertiwi	82.162	0,129	1,181
12	Damai Bersatu	78.250	0,123	1,124
13	Pokoke Resik	91.291	0,143	1,312
14	Sinar Lestari	52.166	0,082	0,750
15	Pareanom	84.770	0,133	1,218
<b>Total</b>		<b>1282.641</b>	<b>2,012</b>	<b>18,430</b>

**b). Perhitungan timbunan sampah di TPA Piyungan :**

Perhitungan untuk emisi CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub>, gas yang di perkirakan menghasilkan gas emisi pada aktivitas penimbunan adalah gas metana karena hanya gas metana yang teroksidasi dipermukaan timbunan sampah, jenis sampah yang memiliki nilai *degradable organic carbon* dalam sampah hanya jenis sampah kertas/karton dan karet/kulit. dengan persamaan sebagai berikut:

1. Perhitungan emisi CH<sub>4</sub>

- a. Mencari nilai *degradable organic carbon* dalam sampah kertas/karton :

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

Diketahui:

DOC<sub>i</sub> = Nilai DOC sampah jenis kertas/karton sebesar 40%

Wi = Fraksi sampah jenis kertas/karton terhadap total sampah sebesar 46%

$$DOC = (40\% \times 46\%) = 18,4\%$$

b. Mencari masa DOC yang terdekomposisi :

$$DDOCm = W \times DOC \times DOCf \times MCF$$

Diketahui :

W = Massa limbah kertas/karton yang terdeposisi, 0,015 Ggram.

DOC = Fraksi degradable karbon organik sebesar 18,4%

DOCf = Fraksi DOC yang dapat terdekomposisi pada kondisi anerobik, fraksi sebesar 0,5 ketentuan IPCC 2006.

MCF = Faktor koreksi CH<sub>4</sub>, yang menggambarkan bagian limbah yang akan terdekomposisi pada kondisi anerobik sebesar 0,5 ketentuan IPCC 2006.

$$DDOCm = 0,015 \times 18,4\% \times 0,5 \times 0,5 = 0,00064 \text{ Ggram}$$

Sehingga masa sampah kertas/karton terdekomposisi sebanyak 0,00067 Ggram dalam satu tahun.

c. Mencari total CH<sub>4</sub> generated dalam satu tahun :

$$\sum_x CH_4 \text{ generated}_{x,T} = DDOCm \times F \times \frac{16}{12}$$

Diketahui:

DDOCm = Massa DOC kertas karton (komponen karbon organik yang dapat terdekomposisi) yang tersimpan pada sampah di TPA sebesar 0,00067 Ggram.

Gg F =Fraksi (%-volume) CH<sub>4</sub> pada gas yang dihasilkan di landfill, nilai F menurut default IPCC adalah 50%.

16/12 = Rasio berat molekul CH<sub>4</sub>/C (ratio)

$$\sum_x CH_4 generated_{x,T} = 0,00067 \times 0,5 \times \frac{16}{12} = 0,0004$$

d. Selanjutnya menghitung total emisi yang di hasilkan :

**Emisi CH<sub>4</sub> pada tahun T, Gigagram**

$$= \left[ \sum_x CH_4 generated_{x,T} - R_T \right] \times (1 - OX_T)$$

Diketahui:

$\sum CH_4 generated_{x,T}$  =CH<sub>4</sub> yang terbentuk pada satu tahun hasil degradasi komponen organik jenis kertas/karton

R = Recovery CH<sub>4</sub> di TPA, ketentuan IPCC 2006

OX<sub>T</sub> = Faktor Oksidasi pada tahun T, fraksi, ketentuan IPCC 2006

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Emisi CH}_4 \text{ pada tahun T, Gigagram} &= [0,0004 - 0] \times (1 - 0,1) \\ &= 0,0004 \text{ Gg} \end{aligned}$$

Total emisi CH<sub>4</sub> kg/tahun dari kertas karton = 0,0004 Gg x 1000000

$$= 403.5 \text{ CH}_4 \text{ Kg/tahun}$$

Sehingga untuk total emisi CH<sub>4</sub> yang dihasilkan dari aktivitas penimbunan sampah di tempat pembuangan akhir sebesar 403,5 CH<sub>4</sub> kg/tahun.

Tabel 4.12 Total Emisi GRK dari Penimbunan Landfill

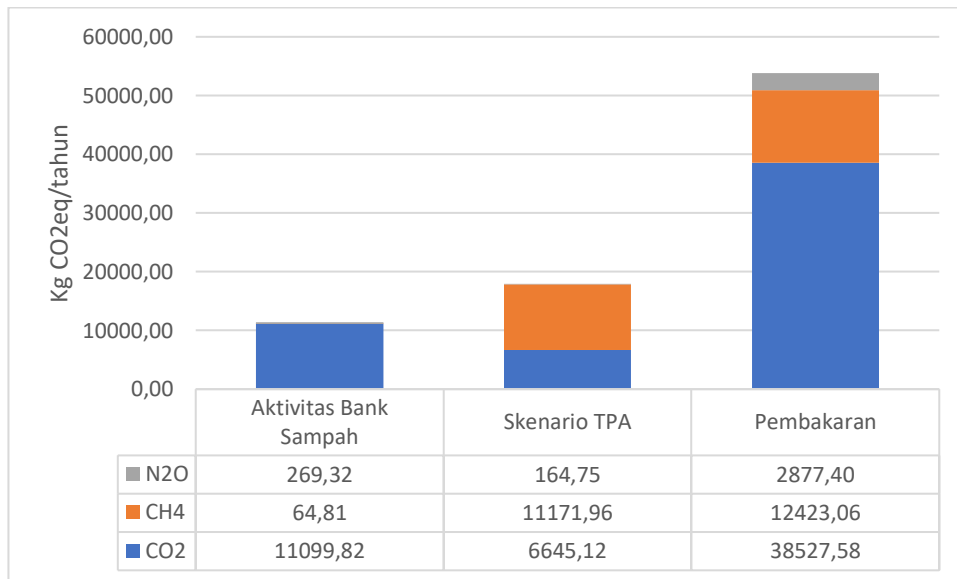
<b>Jenis Sampah</b>	<b>Total Emisi CH<sub>4</sub>, Kg/tahun</b>	<b>Total Emisi CH<sub>4</sub>eq Kg/tahun</b>
Kertas	403,52	11065,71
Kulit dan Karet	6,32	170,69
Plastik	0	0
Logam	0	0
Kaca	0	0
Lainnya (Minyak Jelantah)	0,07	1,93
<b>JUMLAH</b>	<b>409,91</b>	<b>11238,32</b>

### 4.3 Perbandingan dari Keseluruhan Aktivitas

Aktivitas operasional pada bank sampah yang berpotensi menghasilkan gas emisi rumah kaca (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O) pada aktivitas pengangkutan sampah, di mulai dari pengangkutan nasabah menuju bank sampah, bank sampah menuju pengepul hingga pengepul menuju industri. Di samping itu terdapat kemungkinan aktivitas di luar operasional bank sampah yang berpotensi menghasilkan emisi, seperti aktivitas pengangkutan menuju TPA, penimbunan sampah di TPA dan pembakaran. Dari ketiga skenario tersebut akan dibandingkan mana aktivitas yang paling efektif atau yang minim menghasilkan emisi gas rumah kaca.

Hasil diagram perbandingan menunjukkan bahwa aktivitas pembakaran sampah yang memiliki hasil emisi gas rumah kaca tertinggi dibandingkan dari aktivitas pengolahan sampah di bank sampah dan penimbunan sampah di TPA. Pada umumnya pembakaran sampah secara langsung dapat menghasilkan emisi dari bahan bakar fosil atau material organik, seperti karbondioksida, (CO<sub>2</sub>) dan metana (CH<sub>4</sub>), di sisi lain bank sampah dan TPA cenderung menghasilkan gas emisi lebih rendah karena terfokus pada pengelolaan sampah dengan metode yang lebih efektif. (Wahyudi, J. 2016).

Berikut diagram perbandingan dari ketiga skenario:



Gambar 4.9 Perbandingan dari Keseluruhan Aktivitas

Berdasarkan pada jumlah data yang telah diolah, total emisi GRK yang dihasilkan oleh aktivitas 15 sampel bank sampel di Kota Yogyakarta adalah sebesar 11.433,96 kg CO<sub>2</sub>(eq)/tahun, sedangkan untuk total emisi GRK pada skenario TPA sebesar 17.981,83 CO<sub>2</sub>(eq)/tahun, dan skenario pembakaran sebesar 53.828,04 CO<sub>2</sub>(eq)/tahun. Oleh karena itu, pengelolaan sampah melalui aktivitas bank sampah dapat mereduksi emisi GRK 36% dari skenario apabila sampah yang dikelola bank sampah dilakukan penimbunan di TPA. Sebesar 79% aktivitas bank sampah dapat mereduksi emisi GRK dari skenario apabila sampah yang dikelola bank sampah dibakar secara terbuka. Dapat disimpulkan bahwa aktivitas bank sampah memiliki potensi yang cukup tinggi untuk mereduksi emisi GRK dibandingkan dengan cara-cara pengelolaan sampah secara konvensional.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **1.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pada penelitian ini, hal-hal yang dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Aktivitas operasional pada bank sampah yang berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca terdapat pada aktivitas :
  - Pengumpulan sampah dari nasabah menuju bank sampah
  - Pengangkutan dari bank sampah menuju pengepul
  - Pengangkutan dari pengepul menuju industri daur ulang

Pada aktivitas diatas disebabkan karna penggunaan kendaraan bermotor dengan bahan bakar fosil yang menghasilkan emisi gas rumah kaca.

2. Total emisi yang di hasilkan dari ke 15 bank sampah pada aktivitas pengumpulan sampah dari nasabah menuju bank sampah CO<sub>2</sub> sebesar 44.188 CO<sub>2</sub>eq/tahun, emisi CH<sub>4</sub> sebesar 45.221 kg CO<sub>2</sub>eq/tahun, dan emisi N<sub>2</sub>O sebesar 132.93 CO<sub>2</sub>eq/tahun. Pada aktivitas pengangkutan dari bank sampah menuju pengepul menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 12.849 CO<sub>2</sub>eq/tahun, emisi CH<sub>4</sub> sebesar 3.995 kg CO<sub>2</sub>eq/tahun, dan emisi N<sub>2</sub>O sebesar 58.859 CO<sub>2</sub>eq/tahun. Dan pada aktivitas pengangkutan dari pengepul menuju industri daur ulang emisi CO<sub>2</sub> sebesar 53.959 CO<sub>2</sub>eq/tahun, emisi CH<sub>4</sub> sebesar 15.594 kg CO<sub>2</sub>eq/tahun, dan emisi N<sub>2</sub>O sebesar 77.531 CO<sub>2</sub>eq/tahun.
3. Pada ketiga skenario menghasilkan gas emisi yang berbeda-beda, skenario TPA menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 17.981,83 CO<sub>2</sub>eq/tahun. Skenario pengolahan di bank sampah menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 11.433,96 CO<sub>2</sub>eq/tahun dan skenario pembakaran sampah secara terbuka menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 53.828,04 CO<sub>2</sub>eq/tahun. Berdasarkan dari ketiga skenario tersebut skenario pembakaran secara terbuka menghasilkan

emisi GRK tertinggi dibandingkan dengan skenario pengolahan di bank sampah dan skenario TPA. Dikarenakan sampah yang dilakukan pembakaran seluruhnya berjenis anorganik dengan plastik memiliki presentase sebesar 34%, sedangkan kertas/karton memiliki presentase sebesar 46%, pembakaran plastik menyumbang gas CO<sub>2</sub> paling besar.

## **1.2 Saran**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Pada hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kegiatan bank sampah memiliki potensi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan aktivitas pembakaran dan penimbunan di TPA, maka dari itu sebaiknya pemerintah daerah untuk lebih mendukung program bank sampah.
2. Untuk penelitian selanjutnya berfokus pada solusi yang tepat untuk mengurangi emisi serendah mungkin pada aktivitas di bank sampah, dengan melakukan strategi yang tepat kepada masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Addiansyah A. dan Herumurti W. 2017. Studi Timbulan dan Reduksi Sampah Rumah Kompos Serta Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Di Surabaya Timur. *Jurnal Teknik*. ITS. Volume 6, No.1,(2017) ISSN 2337-3539.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. 2022. Kota Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Kota Yogyakarta Dalam Angka Tahun 2022* Kota Yogyakarta. Badan Pusat Statistika. Yogyakarta.
- Bestar, N.(2012). Studi dan Kuantifikasi Emisi Pencemar Udara Akibat Pembakaran Sampah Rumah Tangga Secara Terbuka di Kota Depok. *Skripsi*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Chintiawati, Raisa, Moersidik.S, Suwartha n. 2013. *Estimasi dan Proyeksi emisi GRK dari Pengelolaan sampah di Kota tanggerang dengan pendekatan metode IPCC*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Damansuri, E. 2010. *Diktat Pengelolaan Sampah*. Bandung: Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Darmanah G. 2019. *Metodelogi Penelitian*. Penerbit CV. Hira Tech. Lampung Selatan.
- IPCC. (2006). *2006 IPCC Guildelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Hayama, Japan: IGES
- Kementerian Lingkungan Hidup (KLH). 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*. Jakarta.
- Kementrian Perhubungan. 2012. *Buku Petunjuk Perhitungan Emisi CO2 RAD-GRK Sektor Trasportasi Darat*. Jakarta.
- Kiswandayani, A.T,dkk. 2016. Komposisi Sampah dan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca pada Pengelolaan Sampah Domestik: Studi Kasus TPA Winongo Kota

- Madiun. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Kusumawardani, D. and Navastara, A.M.,2018. Analisis Besaran Emisi Gas CO<sub>2</sub> Kendaraan Bermotor Pada Kawasan Industri SIER Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), pp.C399-C402.
- Lestari, A. L. (2017). *Strategi Adaptasi dan Mitigasi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Sektor Transportasi dan Sektor Persampahan di Kota Batu*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI Nomor 13 Tahun 2012. *Tentang Pedoman Pelaksanaan Reduce, Reuse, dan Recycle Melalui Bank Sampah*, Bank sampah sendiri di atur dalam pasal 1 ayat 2.
- Rahmawati, Aisa. 2013. *Gas Rumah Kaca, Dampak, Dan Sumbernya. Pencemaran Udara*. Bandung: Teknik Lingkungan ITB.
- Samiaji, T. (2009). *Upaya Mengurangi CO<sub>2</sub> di Atmosfer*. *Berita Dirgantara*, 10 (3), 92-95
- SNI 19-3964-1994. (1994). *Tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*.
- Sugiyono. 2004. *Metodelogi Penelitian Bisnis*, Penerbit CV. ALpabeta, Bandung.
- Suwerda, Bambang, 2008. "Gema Ripah", Bank Sampah Berbasis Masyarakat di Pedukuhan Badegan, Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Skripsi*. Yogyakarta: Poltekes Depkes.
- Lidiawati Tuani, S. 2016. *Pengolahan Sampah di Perguruan Tinggi dan Kontribusinya Terhadap Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca*. *Jurnal Teknik Kimia*. ISSN 1693-4393. Pusat Studi Lingkungan Universitas Surabaya.
- R.Aziz and S. Nitri, "Studi Daur Ulang Sampah Kertas dari Sumber Institusi di Kota Padang, *Dampah*, p. 77, 2018.

- Tuti, K., Lya, MS., Fitriyani, A., Sri, D., Aryenti. 2014. *Faktor Penentu Emisi Gas Rumah Kaca Dalam Pengelolaan Sampah Perkotaan*. Bandung: Pusat Litbang, Badan Litbang, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Undang-undang Republik Indonesia No. 18 tahun 2008 *Tentang Pengelolaan Sampah*.
- Purwanta, W. (2009). Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Sektor Sampah Perkotaan di Indonesia. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 10 (1), 1-8.
- Wahyudi, J. (2016). Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian. Pengembangan Dan IPTEK*, XII (2), 104-112.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Kuisisioner Data Observasi Aktivitas Di Bank Sampah Kota Yogyakarta

<b>A. Identitas Bank Sampah</b>		
Lokasi Observasi	Nama Bank Sampah	
	Alamat	
	No.Telp	
	Jenis Bank Sampah	<input type="checkbox"/> BSU <input type="checkbox"/> BSI
	Tahun Berdiri	
	Jadwal Operasional	
Waktu Observasi		
<b>B. Operasional Bank Sampah (Pengelola)</b>		
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 l a n	Minggu	Berat (Kg)								
		Jenis Sampah								
		Sisa makana n	Kayu/ ranting	Kerta s/ karton	Plasti k	Loga m	Kai n	Kare t/ Kulit	Kac a	Lainny a
	1									
	2									
	3									
	4									
	1									
	2									
	3									
	4									
	1									
	2									
	3									
	4									
<b>C. Operasional Bank Sampah (Nasabah)</b>										
C1. Bagaimana cara menjadi nasabah di bank sampah?										
C2. Jumlah nasabah bank sampah hingga saat ini?										
<input type="checkbox"/> < 30										

<input type="checkbox"/> 30 – 60 <input type="checkbox"/> 61 – 90 <input type="checkbox"/> 91 – 120 <input type="checkbox"/> Lainnya __	
C3. Seberapa luas cakupan nasabah bank sampah disini?	
<input type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/> RW <input type="checkbox"/> Padukuhan/Dusun <input type="checkbox"/> Kalurahan <input type="checkbox"/> Kapanewon <u>(catatan)</u>	
C4. Apakah nasabah mengantar sampah atau dijemput?	
<input type="checkbox"/> Nasabah datang ke bank sampah <input type="checkbox"/> Sampah nasabah dijemput oleh pihak bank sampah	
C5. Apa jenis transportasi yang digunakan? ( <i>rata-rata</i> )	
C6. Berapa jarak rata-rata nasabah menuju bank sampah?	
<b>D. Operasional Bank Sampah (Keterlibatan Pihak Lain)</b>	
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)	

**Lampiran 2 Kuisisioner Observasi Aktivitas Di Bank Sampah Kota Yogyakarta Untuk Pengepul**

<b>A. Identitas Pengepul</b>		
Lokasi Observasi	Nama Pengepul	
	Alamat (lengkap hingga kapanewon)	
	No.Telp	
	Tahun Berdiri	
	Jadwal Operasional	
<b>B.Operasional Pengepul</b>		
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"> <li>- Mesin 1 / Spesifikasinya:</li> <li>- Mesin 2 / Spesifikasinya:</li> <li>- Mesin 3 / Spesifikasinya:</li> <li>- Dst</li> </ul>		

B4. Jika dikelola pihak lain, kemana mengirim pengelolanya?
<b>Pengelola 1</b>
Nama pengelola :
Alamat pengelola :
Jenis sampah yang diterima :
Berapa lama pengiriman :
Spesifikasi alat yang digunakan :
<b>Pengelola 2</b>
Nama pengelola :
Alamat pengelola :
Jenis sampah yang diterima :
Berapa lama pengiriman :
Spesifikasi alat yang digunakan :
<b>Pengelola 3</b>
Nama pengelola :

Alamat pengelola :
Jenis sampah yang diterima :
Berapa lama pengiriman :
Spesifikasi alat yang digunakan :

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pekalongan, pada tanggal 13 Juni 2001. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan ayahanda Hendrikus Pama Sabon dan ibunda Murwantini. Pendidikan formal di tempuh di SDN 02 Lambanggalun (2007- 2013), SMP Negeri 2 Paninggaran (2013- 2016), dan SMK Muhammadiyah Kajen (2016-2019). Pada tahun 2019 penulis diterima di Universitas Islam Indonesia (Kota Yogyakarta) melalui jalur CBT (*Computer Based Test*) di Program Studi Teknik Lingkungan. Selama masa kuliah, penulis pernah diberikan amanah menjadi staff Kesekretariatan Lintas Lingkungan.

Penulis juga pernah menjadi staff pada program Dusun Binaan dari Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL). Tidak hanya itu, penulis juga pernah mengikuti beberapa seminar selama masa kuliah. Pada bulan Maret hingga April 2022, penulis melakukan Kerja Praktik di PT. Pura Barutama Kudus, dengan topik Pengelolaan Limbah Padat dan Bahan Berbahaya serta Beracun (B3). Sedangkan, untuk menyelesaikan masa studi pendidikan strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Lingkungan, penulis melakukan penelitian dengan judul “ Studi Emisi Gas Rumah kaca (GRK) Pada Aktivitas Operasional Bank Sampah Di Kota Yogyakarta”