

TA/TL/2023/

TUGAS AKHIR
POTENSI EMISI GAS RUMAH KACA DARI
KEGIATAN TPS3R DI KABUPATEN GUNUNG KIDUL

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



Disusun oleh :

MUHAMMAD WISAM SAHARI

19513094

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

2023

TUGAS AKHIR
POTENSI EMISI GAS RUMAH KACA DARI
KEGIATAN TPS3R DI KABUPATEN GUNUNG KIDUL

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



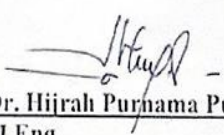
Disusun Oleh:

MUHAMMAD WISAM SAHARI


19513094

Disetujui,

Dosen Pembimbing:


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

NIK. 095130404
Tanggal: 17/10/23


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

NIK. 185130402
Tanggal: 18/10/2023



Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
DAN PERENCANAAN


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

NIK. 045130401

Tanggal: 20/10/23

HALAMAN PENGESAHAN
POTENSI EMISI GAS RUMAH KACA DARI
KEGIATAN TPS3R DI KABUPATEN GUNUNG KIDUL,
YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa

Tanggal : 10 Oktober 2023

Disusun Oleh :

MUHAMMAD WISAM SAHARI

19513094

Tim Penguji :

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

()

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

()

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

()

LEMBAR PERNYATAAN

Di bawah ini saya menyatakan bahwasannya:

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

Yogyakarta, 23 Oktober 2023
Yang membuat pernyataan,



Muhammad Wisam Sahari
NIM : 19513094

PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatuallahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan yang berjudul "Potensi Emisi Gas Rumah Kaca Dari Kegiatan TPS3R di Kabupaten Gunung Kidul" yang dilaksanakan sejak Maret 2023. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S1) dari Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan ini, penulis turut mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang membantu dan memberikan semangat, dukungan, dorongan, serta bimbingan dalam menyelesaikan laporan ini. Sehingga, pada kesempatan ini perkenankan peneliti menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

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

6. Ibu Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan yang sangat membantu dalam penelitian dan penyusunan laporan.
7. Seluruh dosen staf dan keluarga besar Teknik Lingkungan FTSP UII, yang sudah membantu, mengajar, dan mendukung selama menempuh perkuliahan ini.
8. Seluruh teman-teman yang selalu memberikan doa, dukungan serta semangat kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
9. Terimakasih penulis juga untuk semua pihak yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu.

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

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 2023

Muhammad Wisam Sahari

ABSTRAK

Kabupaten Gunung Kidul Merupakan salah satu daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang memiliki jumlah penduduk yang cukup besar dan menghasilkan sampah dalam jumlah yang signifikan. Pengolahan sampah di TPS3R dapat menghasilkan gas rumah kaca seperti gas metana CH_4 , CO_2 , dan N_2O . Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan. Lokasi pengambilan sampel penelitian ini sebanyak 5 TPS3R. Penentuan titik sampling menggunakan metode stratified random sampling menghitung emisi gas rumah kaca dari kegiatan TPS3R mengacu pada metode IPCC 2006 yang terdapat pada Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2012. Perbandingan emisi aktivitas TPS3R dengan skenario pembakaran, emisi paling tinggi yaitu dari skenario pembakaran di TPA sebesar 449.602,78 kg CO_2eq /tahun, komposisi sampah yang dibakar mempengaruhi jumlah emisi gas CO_2 . Hal ini karena persentase komposisi sampah plastik dan kertas yang tinggi, yaitu sebesar 9,85% dan 7,64%. Emisi yang paling besar dihasilkan yaitu CH_4 dari skenario penimbunan sebesar 2.318.597,320 kg eq/tahun. Skenario TPA menghasilkan emisi sebesar 2.319.422,653 $CO_2(eq)$ /tahun, skenario eksisting menghasilkan emisi sebesar 18.657,002 $CO_2(eq)$ /tahun, skenario pembakaran menghasilkan emisi sebesar 24.995,958 $CO_2(eq)$ /tahun. berdasarkan hasil perbandingan dari skenario diatas, didapatkan hasil bahwa skenario TPA menghasilkan emisi gas rumah kaca paling tinggi dibandingkan dengan skenario pembakaran dan skenario eksisting.

Kata Kunci : Aktivitas TPS3R, Emisi, Gas Rumah Kaca

ABSTRACT

Gunung Kidul Regency is one of the regions in the Yogyakarta Special Region Province with a significant population that generates a considerable amount of waste. Waste management in TPS3R (Integrated Waste Management Facilities) can produce greenhouse gases such as methane (CH₄), carbon dioxide (CO₂), and nitrous oxide (NO₂). The research aimed to determine the amount of greenhouse gas emissions produced from waste management in TPS3R. The study collected samples from 5 TPS3R locations using the stratified random sampling method and calculated greenhouse gas emissions from TPS3R activities using the IPCC 2006 method found in the Guidelines for the Implementation of National Greenhouse Gas Inventories by the Ministry of Environment in 2012. The comparison of emissions from TPS3R activities with burning scenarios showed that the highest emissions came from the burning scenario in the landfill (TPA) with 449,602.78 kg CO₂eq/year. The composition of the burned waste, particularly the high percentage of plastic and paper waste (9.85% and 7.64% respectively), influenced the amount of CO₂ emissions. The research also found that the highest emissions were from CH₄ in the landfill scenario, with 2,318,597.320 kg eq/year. Based on the comparison, it was concluded that the landfill scenario produced the highest greenhouse gas emissions compared to the burning and existing scenarios.

Keywords: *Emission, Greenhouse Gases, TPS3R Activities.*

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| TUGAS AKHIR..... | i |
| LEMBAR PERNYATAAAN | iv |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR NOTASI..... | xii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xvii |
| BAB I..... | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Ruang Lingkup | 3 |
| BAB II..... | 5 |
| TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1 Sampah | 5 |
| 2.2.1 Jenis Sampah | 5 |
| 2.2.2 Karakteristik Sampah | 6 |
| 2.2.3 Timbulan Sampah..... | 6 |
| 2.2.4 Komposisi Sampah..... | 7 |
| 2.2 Pengelolaan Sampah | 7 |
| 2.2.1 Pengurangan Sampah | 7 |
| 2.2.2 Penanganan Sampah..... | 8 |
| 2.3 Tempat Pengolahan Sampah <i>Reduce, Reuse, Recycle</i> (TPS 3R)..... | 8 |
| 2.4 Pemanasan Global | 10 |
| 2.4.1 Gas Rumah Kaca | 10 |
| 2.4.2 Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca | 11 |

| | |
|---|----|
| 2.5 Studi Terdahulu | 12 |
| BAB III | 15 |
| METODE PENELITIAN..... | 15 |
| 3.1 Waktu dan Lokasi | 15 |
| 3.2 Tahapan Penelitian..... | 17 |
| 3.3 Metode Penelitian..... | 17 |
| 3.3.1 Metode Pengumpulan Data Primer | 18 |
| 3.3.2 Metode Pengumpulan Data Sekunder | 18 |
| 3.4 Metode Analisis Data | 19 |
| 3.4.1 Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah..... | 19 |
| 3.4.2 Pengomposan | 21 |
| 3.4.3 Penggunaan Mesin | 23 |
| 3.5 Skenario Pengolahan Sampah | 25 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 33 |
| 4.1 Gambaran Umum TPS 3R..... | 33 |
| 4.1.1 Timbulan dan Komposisi Sampah..... | 34 |
| 4.2 Aktivitas TPS 3R..... | 36 |
| 4.2.1 Aktivitas Pengumpulan | 37 |
| 4.2.2 Aktivitas Pengolahan..... | 37 |
| 4.2.3 Aktivitas Pengangkutan..... | 37 |
| 4.3 Potensi Gas Rumah Kaca Dari Aktivitas TPS 3R | 39 |
| 4.3.1 Pengumpulan..... | 39 |
| 4.3.2 Pengolahan | 44 |
| 4.3.3 Pengangkutan Ke Pengepul..... | 49 |
| 4.3.4 Pengangkutan Dari Pengepul Ke Industri | 52 |
| 4.3.5 Total Emisi | 55 |
| 4.4 Perbandingan Aktivitas Diluar TPS 3R..... | 56 |
| 4.4.1 Pembakaran di TPA | 56 |
| 4.4.2 Pengangkutan dan Penimbunan Ke TPA..... | 61 |
| 4.4.3 Perbandingan Emisi Aktivitas TPS 3R dengan Skenario Penimbunan ke TPA dan Pembakaran | 64 |

| | |
|---------------------------|----|
| BAB V..... | 65 |
| SARAN DAN KESIMPULAN..... | 65 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 65 |
| 5.2 Saran..... | 66 |

DAFTAR NOTASI

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

| | | |
|----------------------------------|---|--|
| MCF | = | Faktor koreksi CH ₄ , yang menggambarkan bagian limbah yang akan terdekomposisi pada kondisi anaerobik (sebelum kondisi anaerobik terjadi) pada tahun deposisi limbah |
| CH ₄ , generated T | = | CH ₄ yang terbentuk pada tahun T hasil dekomposisi komponen organik yang tersimpan di dalam sampah (DDOC) |
| OX | = | Faktor Oksidasi |
| <i>Mr</i> | = | massa molekul relative |
| <i>Ar</i> | = | massa atom relative |
| <i>C HWP</i> | = | <i>Carbon Stock</i> pada sampah yang masuk (Gg C/tahun) |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Studi Terdahulu | 12 |
| Tabel 3.1 Lokasi Penelitian | 15 |
| Tabel 3.2 Alamat Pengepul | 16 |
| Tabel 3.3 Nilai Kalor Bahan Bakar | 20 |
| Tabel 3.4 Faktor Emisi CO ₂ | 20 |
| Tabel 3.5 Faktor Emisi CH ₄ dan N ₂ O | 21 |
| Tabel 3.6 Faktor Emisi CH ₄ dan N ₂ O Pengomposan | 22 |
| Tabel 3.7 Faktor Emisi Pada Penggunaan Mesin..... | 24 |
| Tabel 3.8 angka <i>default dry matter</i> sampah kota | 26 |
| Tabel 3.9 Faktor Emisi CH ₄ dan N ₂ O Pembakaran | 27 |
| Tabel 3.10 Faktor Oksidasi Gas CH ₄ pada Penutup Timbunan Sampah di TPA... 28 | |
| Tabel 3.11 <i>Methane Correction Factor</i> | 30 |
| Tabel 3.12 Angka Default DOC Masing-Masing Komponen Sampah..... | 30 |
| Tabel 3.13 Konversi GWP | 32 |
| Tabel 4.1 Data TPS3R..... | 33 |
| Tabel 4.2 Aktivitas Operasional dan Fasilitas TPS3R | 34 |
| Tabel 4.3 Timbulan Sampah..... | 35 |
| Tabel 4.4 Kegiatan Pengepul | 38 |
| Tabel 4.5 Konsumsi Bahan Bakar Pengumpulan..... | 39 |
| Tabel 4.6 Konsumsi Energi Pada Pengumpulan (TJ)..... | 40 |
| Tabel 4.7 Emisi CO ₂ dari aktivitas pengumpulan | 41 |
| Tabel 4.8 Konversi Emisi ke CO ₂ (eq)/tahun dari Aktivitas Pengumpulan | 41 |
| Tabel 4.9 Perhitungan Emisi CH ₄ dari Aktivitas Pengumpulan..... | 42 |
| Tabel 4.10 Konversi Emisi ke CH ₄ (eq)/tahun dari Aktivitas Pengumpulan | 42 |
| Tabel 4.11 Perhitungan Emisi N ₂ O dari Aktivitas Pengumpulan..... | 43 |
| Tabel 4.12 Konversi Emisi ke N ₂ O (eq)/tahun dari Aktivitas Pengumpulan..... | 43 |
| Tabel 4.13 Konsumsi Bahan Bakar Mesin | 44 |
| Tabel 4.14 Konsumsi Energi (TJ) Mesin | 45 |
| Tabel 4.15 Perhitungan Emisi Dari Penggunaan Mesin | 46 |
| Tabel 4.16 Konversi CO ₂ , CH ₄ , dan N ₂ O dari Penggunaan Mesin..... | 47 |
| Tabel 4.17 Massa Sampah Yang di Komposkan | 47 |
| Tabel 4.18 Emisi Pengomposan | 48 |
| Tabel 4.19 Perhitungan Emisi CO ₂ ,CH ₄ , dan N ₂ O Pengomposan..... | 49 |
| Tabel 4.20 Konsumsi Bahan Bakar Pengangkutan Ke Lokasi Pengepul..... | 49 |
| Tabel 4.21 Konsumsi Energi Pada Pengangkutan Ke Pengepul (TJ) | 50 |

| | |
|---|----|
| Tabel 4.22 Perhitungan Emisi GRK Pengangkutan Ke Pengepul | 51 |
| Tabel 4.23 Konversi CO ₂ , CH ₄ , dan N ₂ O(eq)/tahun | 52 |
| Tabel 4.24 Konsumsi Bahan Bakar Pengepul ke Industri..... | 53 |
| Tabel 4.25 Konsumsi Energi aktivitas pengangkutan pengepul ke industri | 53 |
| Tabel 4.26 Perhitungan Emisi pengangkutan pengepul ke industri..... | 54 |
| Tabel 4.27 Tabel Konversi ke CO ₂ , CH ₄ , dan N ₂ O(eq)/tahun | 55 |
| Tabel 4.28 Total Emisi TPS3R..... | 55 |
| Tabel 4.29 Total Timbulan Sampah Di TPS 3R..... | 56 |
| Tabel 4.30 Massa Sampah..... | 57 |
| Tabel 4.31 Hasil Emisi Pembakaran TPS3R Amrih Lestari 2 | 58 |
| Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Emisi CO ₂ Dari Pembakaran Terbuka..... | 58 |
| Tabel 4.33 hasil perhitungan emisi CH ₄ dari pembakaran terbuka..... | 59 |
| Tabel 4.34 hasil perhitungan emisi N ₂ O dari pembakaran terbuka..... | 59 |
| Tabel 4.35 Hasil Emisi Pembakaran Terbuka | 60 |
| Tabel 4.36 Konsumsi BBM Pengangkutan ke TPA | 61 |
| Tabel 4.37 Hasil perhitungan emisi pengangkutan dari sumber menuju TPA | 61 |
| Tabel 4.38 Massa Sampah Pada Penimbunan | 62 |
| Tabel 4.39 Hasil Perhitungan Emisi Penimbunan..... | 62 |
| Tabel 4.40 Perhitungan emisi dari kegiatan penimbunan di TPA | 63 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 3.1 Lokasi TPS3R | 16 |
| Gambar 3.2 Lokasi Pengepul | 16 |
| Gambar 3.3 Diagram alir Tahapan Penelitian | 17 |
| Gambar 3.4 Skenario Kondisi Eksisting | 25 |
| Gambar 3.5 Skenario Pembakaran Terbuka..... | 25 |
| Gambar 3.6 Skenario Landfilling..... | 25 |
| Gambar 4.1 Komposisi Sampah | 35 |
| Gambar 4.2 Diagram Alir Aktivitas TPS3R..... | 36 |
| Gambar 4.3 Perbandingan Emisi Aktivitas TPS3R | 56 |
| Gambar 4.4 Perbandingan Emisi Pembakaran..... | 60 |
| Gambar 4.5 Perbandingan Skenario | 64 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----------|
| LAMPIRAN 1. Kuisiner | 69 |
| LAMPIRAN 2. Observasi dan Pengumpulan Data | 83 |
| LAMPIRAN 3. Peta Jalur Pengangkutan | 84 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Gunung Kidul Merupakan salah satu daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang memiliki jumlah penduduk yang cukup besar dan menghasilkan sampah dalam jumlah yang signifikan. Sampah tersebut diolah di tempat pengolahan sampah (TPS), Bank Sampah, TPS3R, dan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Pengolahan sampah di TPS3R dapat menghasilkan gas rumah kaca seperti gas metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), dan dinitrogen oksida (N_2O) yang memiliki dampak yang merugikan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Efek rumah kaca merupakan fenomena alam yang terjadi secara alami, dampaknya diperparah oleh emisi gas rumah kaca ke atmosfer akibat dari aktivitas manusia. Peningkatan suhu akibat dari gas rumah kaca berdampak signifikan pada lingkungan dan ekosistem, yang mengakibatkan perubahan permukaan air laut yang membanjiri banyak tempat, badai, kekeringan, banjir semakin sering terjadi, angin kencang yang akan menjadi lebih parah, dan banyak spesies yang akan gagal mengadopsi perubahan ini, yang akan menyebabkan kepunahan, dan penyakit juga akan menjadi lebih umum.

Pengolahan sampah dengan konsep berbasis 3R (*reduce, reuse, recycle*) sangat perlu dikembangkan untuk mengantisipasi permasalahan sampah dan bahaya pencemaran lingkungan yang semakin meningkat. Program 3R (TPS3R) merupakan program pemerintah yang dilaksanakan dengan pola pemberdayaan masyarakat dalam mengolah sampah dalam skala komunal atau regional. Konsep dari kegiatan TPS3R adalah pengolahan sampah dengan cara mengurangi jumlah sampah atau memperbaiki karakteristik sampah (Devi, dkk., 2022). Kegiatan TPS3R berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca, seperti gas metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), dan dinitrogen

oksida (N_2O) yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Emisi gas rumah kaca yang dilepaskan ke atmosfer selama pengolahan sampah di TPS3R, baik melalui proses pengomposan, pembakaran, atau pemrosesan lainnya.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai potensi emisi gas rumah kaca dari kegiatan TPS3R di Kabupaten Gunung Kidul untuk mengetahui seberapa besar jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan. Penelitian ini dapat memberikan informasi yang diperlukan untuk mengoptimalkan pengelolaan sampah yang ramah lingkungan, sambil meminimalkan dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Apa saja kegiatan yang menghasilkan emisi gas rumah kaca pada TPS3R di Kabupaten Gunung Kidul ?
- 2) Berapa potensi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan TPS3R di Kabupaten Gunung Kidul ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Mengidentifikasi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan TPS3R di Kabupaten Gunung Kidul.
- 2) Menghitung dan menganalisis jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan TPS3R di Kabupaten Gunung Kidul.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Dapat mengetahui aktivitas yang menghasilkan emisi gas rumah kaca di TPS3R kabupaten Gunung Kidul.
- 2) Memberikan informasi dan pengetahuan bagi masyarakat tentang emisi gas rumah kaca di TPS3R di Kabupaten Gunung Kidul.
- 3) Memberikan informasi dan solusi terkait masalah peningkatan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan kepada pihak TPS3R maupun pemerintah kabupaten Gunung Kidul.
- 4) Mengetahui sistem pengelolaan sampah yang paling minim menghasilkan emisi gas rumah kaca

1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan ruang lingkup sebagai berikut :

- 1) Lokasi penelitian berada pada 5 TPS 3R yang ada di kabupaten Gunung Kidul
- 2) Perhitungan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan TPS3R, Pembakaran terbuka, dan penimbunan di TPA di Kabupaten Gunung Kidul.
- 3) Metode perhitungan emisi gas rumah kaca menggunakan metode IPCC Guideline 2006.
- 4) Penelitian dilaksanakan pada bulan april – juni 2023.
- 5) Gas emisi yang di estimasi adalah CO_2 , CH_4 , dan N_2O .
- 6) Bahan bakar kendaraan bermotor bensin diasumsikan menggunakan Pertamina RON 92.
- 7) Bahan bakar kendaraan bermotor diesel diasumsikan menggunakan bahan bakar solar.

- 8) Emisi gas rumah kaca yang dihitung mencakup aktivitas pengumpulan sampah dari pelanggan menuju TPS3R dan TPS3R menuju ke gudang pengepul sampai ke industri.
- 9) Skenario pembakaran sampah yang masuk ke TPS3R dalam waktu satu tahun.
- 10) Skenario *landfilling* dilakukan perhitungan untuk pengangkutan dan penimbunan sampah di TPA dalam waktu satu tahun.
- 11) Perhitungan skenario berdasarkan sampah yang masuk ke TPS3R.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Sampah adalah limbah yang berbentuk padat ataupun semi padat yang keberadaannya sudah tidak diinginkan lagi yang dihasilkan oleh aktivitas manusia atau hewan. Menurut Undang-Undang No.18 tahun 2008, definisi sampah adalah sisa sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah dapat dihasilkan dari konsumen maupun produsen yaitu dari kegiatan konsumsi dan produksi. Pengolahan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah.

2.2.1 Jenis Sampah

Menurut Sucipto (2012) Kita harus memahami jenis-jenis sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia seperti rumah tangga, pertanian, industri, perdagangan, dll agar memudahkan pembuangannya.

Jenis sampah dibedakan menjadi 2 :

- a. Sampah Organik, Sampah yang terdiri dari komponen tumbuhan dan hewan yang diambil dari alam atau dihasilkan dari kegiatan bertani, menangkap ikan atau kegiatan lainnya. Limbah ini mudah terurai dalam proses alami. Limbah rumah tangga terutama bahan organik. Berbagai jenis sampah tergolong sampah organik, seperti sampah dapur, sisa tepung, sayuran, kulit buah dan daun-daunan.
- b. Sampah Anorganik, Limbah dari sumber daya alam tak terbarukan seperti mineral dan minyak bumi, atau dari proses industri. Beberapa bahan tersebut

tidak ada di alam, seperti plastik dan aluminium, beberapa zat anorganik secara keseluruhan tidak dapat terurai secara alami, sementara yang lain hanya dapat terurai dalam waktu yang lama. Seperti sampah di tingkat rumah tangga, seperti botol, botol plastik, kantong plastik dan kaleng. Pengecualian adalah kertas, koran, dan karton. Tergantung pada asalnya, kertas, koran, dan karton diklasifikasikan sebagai sampah organik. Namun karena kertas, koran, dan karton dapat didaur ulang seperti sampah anorganik lainnya, maka mereka termasuk dalam kelompok sampah anorganik.

2.2.2 Karakteristik Sampah

Sifat-sifat sampah merupakan salah satu aspek yang diperlukan dan diperhatikan dalam memahami cara penanganan dan pembuangan sampah. Selain itu, perancangan sistem pengolahan sampah juga perlu menganalisis karakteristik sampah. Karakteristik sampah dibagi menjadi 2 jenis menurut sifatnya, yaitu karakteristik fisik dan karakteristik kimia. Karakter fisik terdiri densitas, kadar air, kadar volatile karbon tetap, kadar abu. Karakter kimia terdiri dari komposisi unsur – unsur kimia pada sampah seperti, H, O, N, S, C, P (Damanhuri dkk, 2010).

2.2.3 Timbulan Sampah

Timbulan sampah mengacu pada volume atau berat sampah yang dihasilkan sumber sampah dalam suatu area tertentu per satuan waktu. Timbulan sampah dinyatakan sebagai berikut :

- Satuan berat : kg/orang/hari, kg/m²/hari, kg/bed/hari, dan sebagainya,
- Satuan *volume* : L/orang/hari, L/ m²/hari, L/bed/hari, dan sebagainya.

Data timbulan, komposisi dan karakteristik sampah sangat membantu dalam mengembangkan sistem pengelolaan sampah di suatu wilayah. Data perlu tersedia

untuk mengembangkan alternatif sistem pengelolaan sampah yang baik (Damhuri, 2010).

2.2.4 Komposisi Sampah

Komposisi sampah merupakan gambaran dari setiap komponen yang terkandung dalam sampah. Komposisi sampah ini penting dalam menilai peralatan, sistem, pengolahan sampah, dan program pengelolaan sampah yang dibutuhkan kota. Pengelompokan limbah yang paling umum didasarkan pada komposisinya dan dinyatakan sebagai persen berat atau persen volume kertas, kayu, kulit, karet, plastik, logam, kaca, kain, makanan, dan limbah lainnya (Damanhuri, 2010).

2.2 Pengelolaan Sampah

Menurut UU-18/2008 pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Pengolahan sampah merupakan serangkaian proses untuk mengurangi, memanfaatkan, dan mengelola sampah dengan cara yang ramah lingkungan. Tujuan dari pengolahan sampah adalah mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan, kesehatan manusia, dan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya yang terkandung dalam sampah.

Penyelenggaraan pengolahan sampah meliputi :

2.2.1 Pengurangan Sampah

Menurut Undang-Undang No.18 tahun 2008 menekankan bahwa prioritas utama yang harus dilakukan oleh semua pihak adalah bagaimana agar mengurangi sampah semaksimal mungkin. Bagian sampah atau residu dari kegiatan pengurangan sampah

yang masih tersisa selanjutnya dilakukan pengolahan maupun pengurangan. Pengurangan sampah melalui 3R meliputi :

- a. Pembatasan (*reduce*), mengupayakan agar limbah yang dihasilkan sesedikit mungkin.
- b. Guna-ulang (*reuse*), bila limbah akhirnya terbentuk, maka upaya memanfaatkan limbah tersebut secara langsung.
- c. Daur-ulang (*recycle*), residu atau limbah yang tersisa atau tidak dapat dimanfaatkan secara langsung, kemudian diproses atau diolah untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku maupun sumber energi.

2.2.2 Penanganan Sampah

Kegiatan penanganan sampah sebagaimana dimaksud dalam Undang-Undang No.18 tahun 2008 meliputi :

- a. Pemilahan dalam bentuk pengelompokan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah, dan/atau sifat sampah.
- b. Pengumpulan dalam bentuk pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber ke tempat penampungan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu.
- c. Pengangkutan dalam bentuk membawa sampah dari sumber dan/atau dari tempat penampungan sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju tempat pemrosesan akhir.
- d. Pemrosesan akhir sampah dalam bentuk pengambilan sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

2.3 Tempat Pengolahan Sampah *Reduce, Reuse, Recycle* (TPS 3R)

TPS3R merupakan tempat penampungan sekaligus pengolahan sampah yang

berasal dari berbagai aktivitas masyarakat. Kegunaan TPS3R adalah agar semua sampah yang terkumpul tidak langsung dikirim ke TPA. Pengolahan sampah berbasis masyarakat merupakan kegiatan pengelolaan sampah yang melibatkan seluruh lapisan masyarakat. Masyarakat dilibatkan dalam pengelolaan sampah dengan tujuan menumbuhkan kesadaran masyarakat bahwa permasalahan sampah bukan hanya tanggungjawab pemerintah tetapi merupakan tanggungjawab seluruh lapisan masyarakat (Sukmawati, 2021).

Widayat *dkk.* (2022) menyebutkan bahwa TPS3R merupakan tempat pengolahan sampah yang sedekat mungkin dengan sumbernya. Dimana sampah dipilah berdasarkan jenisnya, dimana sampah non organik yang masih layak dan bernilai ekonomis dapat dibawa ke bank sampah, sedangkan sampah organik dijadikan kompos. Untuk sampah sisa atau yang tidak memiliki nilai seperti aki, bahan kimia, pampers, kaca, dan lain-lain dibawa ke TPA, agar TPA khusus menerima sisa sampah. Kosnsep 3R (*reduce, reuse, recycle*) adalah sebagai berikut :

1. *Reduce* adalah segala kegiatan yang mampu mengurangi dan mencegah timbulnya sampah bahkan dapat dilakukan sejak sebelum timbulnya sampah, setiap sumber dapat melakukan upaya pengurangan sampah dengan mengubah pola konsumtif yaitu mengubah kebiasaan boros dan menghasilkan banyak sampah. Contohnya, seperti mengurangi jumlah sampah yang dihasilkan melalui kampanye pengurangan penggunaan bahan-bahan sekali pakai seperti kertas, plastik, dan styrofoam.
2. *Reuse* adalah kegiatan memanfaatkan kembali sampah secara langsung yang masih layak pakai untuk fungsi yang sama atau yang lain agar tidak langsung menjadi limbah tanpa melalui proses pengolahan. Contohnya, seperti mengumpulkan bahan-bahan bekas seperti kardus, botol plastik, dan kertas untuk dijual kepada pedagang barang bekas.
3. *Recycle* adalah kegiatan memanfaatkan kembali sampah untuk dijadikan produk baru melalui proses pengolahan. Atau mendaur ulang bahan lain setelah

melalui proses pengolahan seperti: sampah organik menjadi kompos, sedangkan sampah anorganik khususnya pembungkus detergen, dapat diolah menjadi tas kerja. Contohnya, menggunakan teknologi pengolahan sampah daur ulang seperti mesin mesin penghancur untuk mengubah kertas menjadi serbuk kertas yang dapat digunakan kembali sebagai bahan baku untuk produk kertas.

2.4 Pemanasan Global

Pemanasan global adalah peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi akibat efek gas rumah kaca, seperti karbon dioksida dari pembakaran bahan bakar fosil atau dari deforestasi. Pemanasan global berdampak pada kehidupan di bumi dan dirasakan oleh semua makhluk hidup. Pemanasan global dapat mempengaruhi perubahan iklim dan juga kenaikan muka air laut. Akibat dari dampak tersebut, bencana alam seperti erosi, banjir dan pergeseran lahan basah, dan perubahan kualitas air. Salah satu penyebab terjadinya pemanasan global adalah peningkatan emisi karbon dioksida (Sugiarto dan Ari, 2019).

Potensi pemanasan global disebabkan oleh beberapa aktivitas manusia. Salah satunya adalah pengolahan sampah. Pengelolaan sampah perkotaan melepaskan potensi pemanasan global dari proses transportasi dan pengolahan yang berkaitan dengan kebutuhan material, energi, dan produk sampingan. Pengelolaan sampah merupakan salah satu sektor yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Kegiatan pengelolaan limbah menyumbang 11% dari emisi GRK (Nazlatul dkk., 2022).

2.4.1 Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca merupakan gas-gas yang ada di atmosfer yang mengakibatkan kenaikan suhu rata-rata permukaan bumi. Gas rumah kaca dapat memberikan efek dalam hal memanaskan atmosfer dan permukaan planet bumi. Jenis gas dan

kontribusinya yang memberikan efek terhadap efek rumah kaca adalah H_2O (65%), karbon dioksida (CO_2) (33%), dan lainnya, yaitu metana (CH_4), dinitro oksida (NO_2), dan ozon (O_3) sebesar 2%. Gas CO_2 berperan paling penting karena jumlah emisinya tertinggi, diikuti CH_4 dan NO_2 . Gas lainnya adalah *chloroflourocarbon* (CFC) yang banyak dikeluarkan dari setiap aktivitas manusia. Gas CH_4 berkontribusi penting bagi efek rumah kaca, daya tangkap CH_4 terhadap panas cukup besar, yaitu kitar 20 – 30 kali lebih tinggi daripada CO_2 (Rofiq dkk., 2020).

2.4.2 Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca

Perhitungan emisi gas rumah kaca mengacu pada metode yang ditetapkan oleh *Intergovernmental Panel Climate Change* (IPCC). Penerapan metode ini digunakan dalam buku pedoman penyelenggaraan data dan pelaporan inventarisasi gas rumah kaca yang dikeluarkan KLHK.

Secara umum tingkat ketelitian (*TIER*) dalam penyelenggaraan gas rumah kaca dibagi menjadi tiga yaitu :

- *Tier 1*, metode perhitungan emisi dan serapan menggunakan persamaan dasar (*basic equation*) dan faktor emisi *default* (yaitu faktor yang disediakan dalam *IPCC Guidelines*) dan data aktivitas dari data global.
- *Tier 2*, perhitungan emisi dan serapan menggunakan persamaan yang lebih rinci misalnya persamaan reaksi atau neraca material dan menggunakan faktor emisi lokal yang diperoleh dari hasil pengukuran langsung dan data aktivitas berasal dari sumber data nasional/ atau daerah.
- *Tier 3*, metode perhitungan emisi dan serapan menggunakan metode yang paling rinci (dengan pendekatan modeling dan *sampling*). Dengan pendekatan modeling faktor emisi lokal dapat divariasikan sesuai dengan keberagaman kondisi yang ada sehingga emisi dan resapan akan memiliki tingkat kesalahan lebih rendah.

2.5 Studi Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian berdasarkan literatur pada penelitian sebelumnya, berikut merupakan tabel penelitian 2.1 yang membahas tentang emisi gas rumah kaca :

Tabel 2. 1 Studi Terdahulu

| No. | Peneliti | Judul | Hasil Penelitian |
|-----|--------------------------|--|---|
| 1. | Verma dan Borongan, 2022 | Emissions of Greenhouse Gases from Municipal Solid Waste Management System in Ho Chi Minh City of Viet Nam | Hasil estimasi menunjukkan bahwa penimbunan MSW merupakan sumber GRK yang signifikan di Kota Ho Chi Minh dengan kontribusi bersih sekitar 781,05 kg CO_2 -eq. Per ton MSW yang ditimbun, setara dengan 2,39 juta ton CO_2 -eq. Per tahun. Praktik pengelolaan limbah, seperti pengomposan dan daur ulang MSW di kota juga menunjukkan emisi GRK langsung tetapi praktik ini telah menghindari emisi GRK dalam jumlah besar. Sebagian besar dari sekitar 85% limbah padat kota yang dihasilkan di Kota Ho Chi Minh adalah tempat pembuangan akhir sanitasi, yang terletak di dua tempat pembuangan sampah aktif, Phuoc Hiep (Distrik 1) dan Da Phuoc (Distrik 2). Sisa 15% sampah kota (berdasarkan volume) dikomposkan. Pemilahan sampah kota dilakukan terutama di tingkat rumah tangga, di lokasi pengumpulan terpilih, dan di tempat pembuangan sampah. Sampah organik yang telah dipilah digunakan untuk membuat kompos. Satu ton campuran sampah kota menghasilkan sekitar 600 kg kompos. Pada tahun 2012, sekitar 500 ton sampah organik diolah menjadi kompos setiap harinya |

| No. | Peneliti | Judul | Hasil Penelitian |
|-----|------------------------------|---|---|
| 2. | Vilaysouk dan Babel,2017 | Benefits of improved municipal solid waste management on greenhouse gas reduction in Luangprabang, Laos | Emisi GRK tertinggi diakui dalam skenario S1, di mana sekitar 90% dari total MSW yang dihasilkan diasumsikan dibuang di TPA yang ada. Dalam skenario S2, di mana pengomposan diperkenalkan untuk menangani limbah biodegradable, emisi GRK berkurang menjadi 22.072 ton/tahun CO_2 -eq dari total 33.896 ton/tahun CO_2 -eq. Dalam skenario S3, dengan mengasumsikan bahwa 50% sampah organik diolah dengan pengomposan dan tingkat daur ulang di rumah tangga adalah 6% dari total MSW yang dihasilkan, total emisi GRK dalam skenario ini berkurang menjadi 20.757 ton/tahun CO_2 -eq . |
| 3. | Castrejón-Godínez, dkk.,2015 | Contribution Of Greenhouse Gasess By Municipal Solid Waste In Mexico | Di Meksiko emisi gas rumah kaca dari limbah terutama dihasilkan oleh pembuangan limbah padat, diikuti dengan insinerasi dan pembakaran terbuka, dan akhirnya pengolahan biologis. Pembakaran terbuka terjadi terutama di daerah pedesaan. Praktik baru-baru ini adalah pembakaran limbah padat di tungku pabrik semen untuk pembangkit energi. Pengolahan biologis sampah organik di Meksiko dilakukan dengan pengomposan; pengolahan ini dapat memitigasi emisi GRK |
| 4. | Rahman, dkk.,2021 | Greenhouse gas emissions from solid waste management in saudi arabia—analysis of growth dynamics and mitigation opportunities | adaptasi pendekatan 4R (yaitu, mengurangi, menggunakan kembali, daur ulang, dan pemulihan) dapat menghasilkan lebih sedikit limbah dan akibatnya lebih sedikit gas metana. Alat waste-to-energy (WTE) seperti insinerasi, pirolisis, bahan bakar turunan sampah (RDF), atau pencernaan anaerobik dengan pendekatan pemulihan biogas dapat diterapkan untuk mengurangi emisi methane di Arab Saudi. Kandungan energi limbah dapat langsung dikonversi menjadi uap atau listrik melalui teknologi WTE. Efisiensi pembangkitan listrik dan |

| No. | Peneliti | Judul | Hasil Penelitian |
|-----|------------------------|---|--|
| | | | panas untuk sistem WTE dilaporkan masing-masing berkisar antara 18~35% dan 63~78%. |
| 5. | Fitasari, dkk.,2022 | Model Of Greenhouse Gas Emission Reduction Waste Sector In Depok City | Hasil simulasi model dengan skenario A menurunkan emisi GRK sebesar 3,38%. Skenario B menurunkan emisi sebesar 93,6% dengan limbah yang tidak dikelola sebesar 21,99% dan membakar limbah sebesar 7%. Skenario C paling banyak menurunkan emisi GRK yaitu 96,11% dengan 100% sampah dikelola. Untuk mengurangi emisi GRK di bidang persampahan, perlu dilakukan pengelolaan sampah dan penerapan teknologi secara bersamaan. |

Pada penelitian sebelumnya menjelaskan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari limbah pada kota dari sistem pengolahan sampah seperti pembakaran atau penimbunan. Untuk penelitian kali ini mengestimasi emisi gas rumah kaca dari kegiatan operasional pada TPS3R di Kabupaten Gunung Kidul. Meliputi kegiatan pengumpulan, penggunaan mesin, pengomposan, pengangkutan. Kemudian membandingkan hasil emisi yang dihasilkan dari TPS3R dengan Skenario pembakaran terbuka dan penimbunan di TPA .

BAB III

METODE PENELITIAN

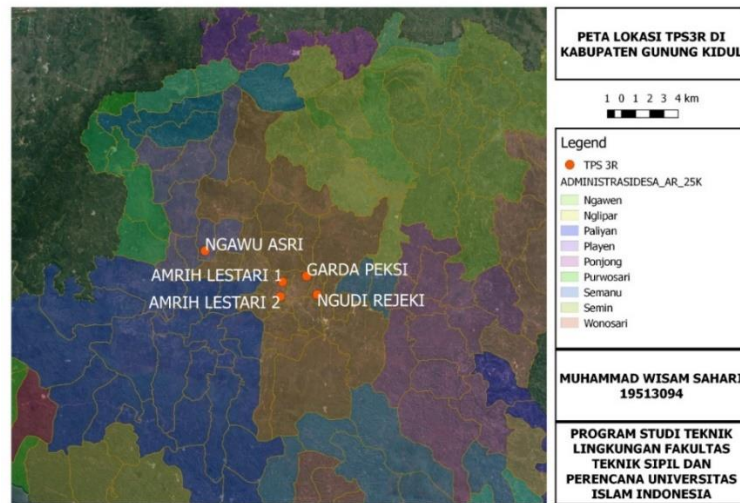
3.1 Waktu dan Lokasi

Luas wilayah Kabupaten Gunung Kidul tercatat 1.485,36 Km² yang meliputi 18 kecamatan dan 144 desa/kelurahan. Wilayah Kabupaten Gunung Kidul terletak antara 7° 46' – 8° 09' Lintang Selatan dan 110° 21' – 110° 50' Bujur Timur, yang berbatasan dengan Kabupaten Klaten, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah di sebelah utara. Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah di sebelah timur. Samudra Indonesia di sebelah selatan dan Kabupaten Sleman, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta di sebelah barat (Kabupaten Gunung Kidul Dalam Angka 2022).

Lokasi penelitian dan pengambilan data berada pada TPS 3R yang berlokasi di Kabupaten Gunung Kidul. Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup terdapat 10 TPS3R. Data pada penelitian ini sebanyak 5 TPS3R. kemudian dilakukan *stratified random sampling*, metode ini apabila suatu populasi memiliki tingkatan yang bervariasi. Pada metode ini sampel yang diambil sesuai dengan jumlah kelas dan diambil secara acak. TPS3R di Kabupaten Gunung Kidul dikategorikan menjadi besar, sedang, dan kecil. Pengambilan data dilakukan pada bulan april – juni 2023.

Tabel 3. 1 Lokasi Penelitian

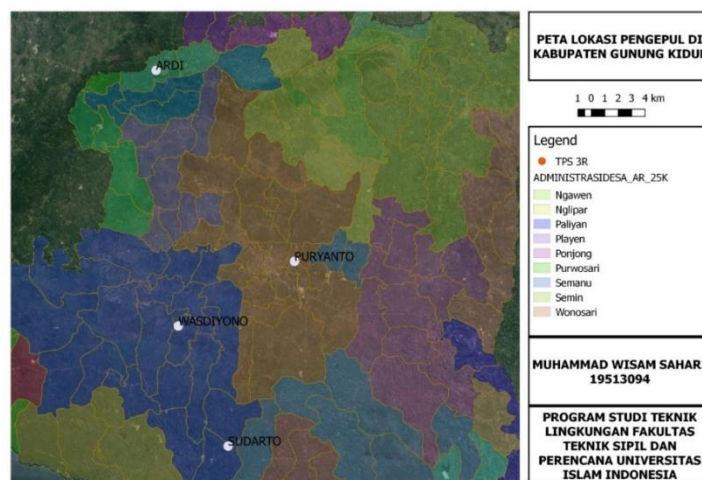
| No. | Nama TPS 3R | Sampah masuk (kg/thn) | Kategori |
|-----|-----------------|-----------------------|----------|
| 1 | Amrih Lestari 2 | 1,132,230.00 | Besar |
| 2 | Amrih Lestari 1 | 1,095.00 | |
| 3 | Garda Peksi | 730,000.00 | Sedang |
| 4 | Ngawu Asri | 328,500.00 | Kecil |
| 5 | Ngudi Rejeki | 292,000.00 | |



Gambar 3. 1 Lokasi TPS3R

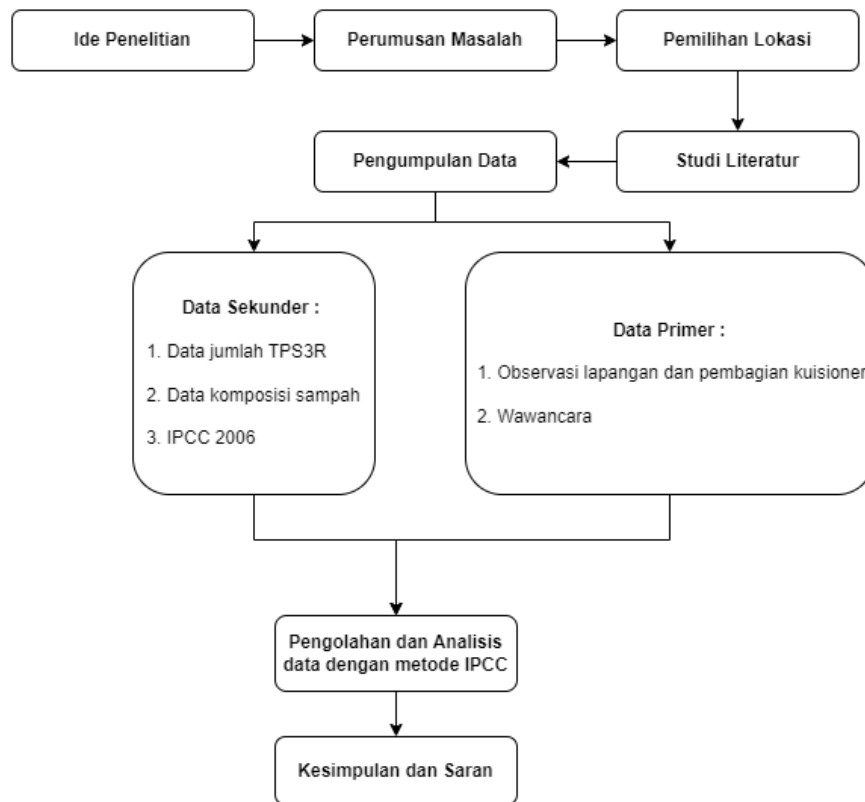
Tabel 3. 2 Alamat Pengepul

| No. | Nama TPS 3R | Pengepul | Alamat |
|-----|------------------|-----------|--------------------------------------|
| 1 | Amrih Lestari II | Wasdiyono | Mulasan, Paliyan, Gunung Kidul |
| 2 | Amrih Lestari I | Sudarto | Kemadang, Tanjung Sari, Gunung Kidul |
| 3 | Garda Peksi | Ardi | Ngoro-oro, Patuk, Gunung Kidul |
| 4 | Ngawu Asri | Tugino | Sambipitu, Playen, Gunung Kidul |
| 5 | Ngudi Rejeki | Puryanto | Selang V, Wonosari, Gunung Kidul |



Gambar 3. 2 Lokasi Pengepul

3.2 Tahapan Penelitian



Gambar 3. 3 Diagram alir Tahapan Penelitian

3.3 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini data yang diperlukan adalah data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan wawancara, observasi lapangan, dan juga kuisioner, dan data sekunder dilakukan meliputi jumlah TPS 3R di kabupaten Gunung Kidul, nilai kalor bahan bakar, faktor emisi dari bahan bakar dan data pendukung lainnya.

3.3.1 Metode Pengumpulan Data Primer

Data primer dalam penelitian ini didapatkan dengan metode observasi, wawancara, dan kuisioner.

- a. Observasi dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting TPS 3R yang ada di Kabupaten Gunung Kidul.
- b. Wawancara dilakukan untuk mengetahui jumlah sampah yang masuk, komposisi sampah, kegiatan yang dilakukan pada TPS 3R, mesin yang digunakan untuk mengolah sampah, durasi penggunaan mesin, jumlah konsumsi bahan bakar pada mesin, kendaraan yang digunakan untuk pengambilan sampah, jarak tempuh, serta jumlah konsumsi bahan bakar, metode pengomposan, jumlah sampah organik, dan durasi pengomposan.
- c. Kuisioner dilakukann untuk mengumpulkan data jumlah sampah yang masuk, komposisi sampah, kegiatan yang dilakukan pada TPS 3R, mesin yang digunakan untuk mengolah sampah, durasi penggunaan mesin, jumlah konsumsi bahan bakar pada mesin, kendaraan yang digunakan untuk pengambilan sampah, jarak tempuh, serta jumlah konsumsi bahan bakar, metode pengomposan, jumlah sampah organik, dan durasi pengomposan.

3.3.2 Metode Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini didapatkan dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Gunung Kidul dan *Intergovernmental Panel on Climate Change*.

- a. Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Gunung Kidul, untuk mengetahui jumlah TPS 3R yang ada di Kabupaten Gunung Kidul.
- b. *Intergovernmental Panel on Climate Change*, untuk mengetahui nilai kalor bahan bakar. Faktor emisi dari bahan bakar, Nilai Angka *Default Dry Matter*, MCF, DOC, dan OX

3.4 Metode Analisis Data

Untuk mengolah data dilakukan analisis data agar memudahkan dalam penelitian, Dalam penelitian ini diperlukan data untuk mengetahui pendugaan emisi GRK dari setiap kegiatan pengolahan sampah TPS 3R Kabupaten Gunung Kidul. Perhitungan emisi GRK dalam penelitian ini akan bergantung pada aktivitas yang dilakukan oleh TPS 3R. Kegiatan di TPS 3R antara lain mengumpulkan dan mengangkut sampah, membuat kompos, menggunakan mesin pengolah sampah, dan pengangkutan sampah ke pengepul maupun ke industri. Untuk menghitung emisi gas rumah kaca dari kegiatan TPS3R mengacu pada metode IPCC 2006 yang terdapat pada Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2012.

3.4.1 Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah

Kegiatan pengumpulan dan pengangkutan sampah di TPS 3R umumnya menggunakan kendaraan pengangkut berupa gerobak bermotor atau gerobak tangan dengan sekat-sekat yang ada. Penggunaan gerobak bermotor untuk kegiatan pengumpulan dan pengangkutan tentunya memberikan kontribusi terhadap emisi gas rumah kaca. Emisi gas rumah kaca akibat penggunaan kendaraan dan mesin dapat dihitung menggunakan Tier 1, yaitu metode data aktivitas yang dinyatakan dalam bentuk konsumsi bahan bakar untuk setiap jenis kendaraan. Perhitungan emisi kendaraan dimulai dengan menghitung konsumsi bahan bakar kemudian emisi gas rumah kaca.

- Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

$$\text{Konsumsi BBa} = \text{konsumsi energi (L)} \times \text{nilai kalor (TJ/L)} \quad (3.3)$$

Dimana :

Konsumsi BBa = jumlah bahan bakar dikonsumsi (*TJ*)

nilai kalor = dapat dilihat pada tabel 3.3

a = jenis bahan bakar

(Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

Nilai kalor dari bahan bakar yang digunakan di Indonesia dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 3. 3 Nilai Kalor Bahan Bakar

| Bahan Bakar | Nilai Kalor | Penggunaan |
|---|--|---------------------------------------|
| Premium* | 33×10^{-6} TJ/Liter | kendaraan bermotor |
| Solar (HSD,ADO) | 36×10^{-6} TJ/Liter | kendaraan bermotor,pembangkit listrik |
| Minyak Diesel (IDO) | 38×10^{-6} TJ/Liter | boiler industri,pembangkit listrik |
| M FO | 40×10^{-6} TJ/Liter | pembangkit listrik |
| | 4.04×10^{-2} TJ/Ton | |
| Gas Bumi | 1.055×10^{-6} TJ/SCF | industri,rumah tangga,restoran |
| | 38.5×10^{-6} TJ/Nm ³ | |
| LPG | 47.3×10^{-6} TJ/Kg | rumah tangga, restoran |
| Batu Bara | 18.9×10^{-3} TJ/Ton | pembangkit listrik,industri |
| Catatan:*) termasuk Pertamina, Pertamina Plus | | |

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2012

- Perhitungan Emisi Yang Dihasilkan

Emisi (kg BB)

$$= (\text{Konsumsi BBa} \times \text{Faktor Emisi } a) \quad (3.4)$$

Dimana :

Faktor Emisi a = faktor emisi menurut bahan bakar (kg gas/TJ), dapat dilihat melalui tabel 3.2 dan tabel 3.3

(Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

Faktor emisi CO_2 dari berbagai macam bahan bakar dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. 4 Faktor Emisi CO_2

| Bahan Bakar | Faktor Emisi BB Indonesia (Kg CO_2 /TJ) |
|---------------|---|
| Bensin RON 92 | 72,600 |
| Bensin RON 82 | 72,967 |

| Bahan Bakar | Faktor Emisi BB Indonesia (Kg CO ₂ /TJ) |
|-----------------------------|--|
| Avtur | 73,333 |
| Minyak Tanah | 73,700 |
| Automotive Diesel Oil (ADO) | 74,433 |
| Industrial Diesel Oil (IDO) | 74,067 |
| Residual Fuel Oil (RFO) | 75,167 |
| Batu Bara | 99,718 |
| Gas Alam | 57,600 |

Sumber : Kementerian ESDM, 2020

Faktor emisi CH₄ dan NO₂ dari berbagai macam bahan bakar dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. 5 Faktor Emisi CH₄ dan N₂O

| Fuel Type/Representative Vehicles Category | CH ₄ | | | N ₂ O | | |
|--|-----------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
| | (kg/TJ) | | | (kg/TJ) | | |
| | Default | Lower | Upper | Default | Lower | Upper |
| Premium – Uncontrolled (b) | 33 | 9.6 | 110 | 3.2 | 0.96 | 11 |
| Premium – dgn Catalyst | 25 | 7.5 | 86 | 8 | 2.6 | 24 |
| Solar /ADO | 3.9 | 1.6 | 9.5 | 3.9 | 1.3 | 12 |
| Gas Bumi (CNG) | 92 | 50 | 1540 | 3 | 1 | 77 |
| LPG | 62 | na | na | 0.2 | na | na |
| Ethanol, truk, USA | 260 | 77 | 880 | 41 | 13 | 123 |
| Ethanol, sedan, Brazil | 18 | 13 | 84 | na | na | na |

Sumber : IPCC,2006

3.4.2 Pengomposan

Perhitungan emisi gas rumah kaca selama pengomposan dapat didasarkan pada massa sampah yang dikomposkan dan durasi dalam proses pengomposan.

- Emisi CH₄

$$\begin{aligned}
 & \text{Emisi CH}_4(\text{Gg CH}_4) \\
 & = \sum (Mi \times EFi) \times 10^{-3} - R \quad (3.5)
 \end{aligned}$$

Dimana :

M_i = massa sampah yang dikomposkan (Gg)

E_{Fi} = faktor emisi pada proses pengomposan ($G CH_4/kg$)

R = jumlah *recovery* emisi CH_4 ($Gg CH_4$)

(Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

- Emisi N_2O

$Emisi N_2O(Gg N_2O)$

$$= \sum (M_i \times E_{Fi}) \times 10^{-3} - R \quad (3.6)$$

Dimana :

M_i = massa sampah yang dikomposkan (Gg)

E_{Fi} = faktor emisi pada proses pengomposan ($G N_2O/kg$)

R = jumlah *recovery* emisi CH_4 ($Gg N_2O$)

(Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

Tabel 3. 6 Faktor Emisi CH_4 dan N_2O Pengomposan

| Tipe Teknologi Pengolahan Biologi | Faktor Emisi CH_4 (g CH_4/kg limbah) | | Faktor Emisi N_2O (g N_2O/kg limbah) | | Keterangan |
|--|--|-------------------|--|-----------------------|--|
| | Basis berat kering | Basis berat basah | Basis berat kering | Basis berat basah | |
| Pengomposan | 10 (0.08 - 20) | 4 (0.03 - 8) | 0.6 (0.2 - 1.6) | 0.3 (0.06 - 0.6) | Asumsi limbah yang diolah memiliki bahan kering dengan kandungan DOC 25-50%, N 2%, dan kelembaban 60%. Faktor emisi bahan kering limbah diperkirakan dari berat basah limbah dengan kelembaban 60% |
| Pembusukan Anaerobik pada fasilitas biogas | 2 (0 - 20) | 1 (0 - 8) | diasumsikan diabaikan | diasumsikan diabaikan | |

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2012

- Emisi CO_2

$$Emisi CO_2 = \frac{Mr}{Ar} \times C HWP$$

$$C HWP = \sum Wi \times M \times DOCi \quad (3.7)$$

Dimana :

$C HWP$ = *Carbon Stock* pada sampah yang masuk (Gg C/tahun)

Wi = fraksi sampah I pada sampah yang masuk

M = massa total sampah yang masuk

$DOCi$ = nilai *DOC* untuk sampah jenis i

Mr = massa molekul relative CO_2 (44)

Ar = massa atom relative C (12)

(Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

3.4.3 Penggunaan Mesin

Terdapat beberapa tahapan pemrosesan di TPS 3R tentunya dengan beberapa pemrosesan menggunakan mesin. Mesin-mesin yang digunakan tentunya membutuhkan bahan bakar untuk menghasilkan emisi gas rumah kaca.

Berikut perhitungan emisi gas rumah kaca dari mesin yang digunakan pada aktivitas pengolahan sampah di TPS 3R :

- Perhitungan konsumsi bahan bakar

$$Konsumsi BB = konsumsi energi(L) \times nilai kalor(TJ/L) \times durasi pemakaian \quad (3.8)$$

Dimana :

Konsumsi BBa = jumlah bahan bakar (TJ)

nilai kalor = dapat dilihat pada tabel 3.3

a = jenis bahan bakar

(Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

- Perhitungan emisi yang dihasilkan

$$Emisi (Kg BB) = (konsumsi BBa \times faktor emisi a) \quad (3.9)$$

Dimana :

faktor emisi a = faktor emisi menurut bahan bakar (kg gas/TJ), dapat dilihat pada tabel 3.8

(Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

Tabel 3. 7 Faktor Emisi Pada Penggunaan Mesin

| Fuel | CO ₂ | | | CH ₄ | | | N ₂ O | | |
|---|-----------------|-------|--------|-----------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
| | Default FE | Lower | Upper | Default FE | Lower | Upper | Default FE | Lower | Upper |
| Crude Oil | 73300 | 71100 | 75500 | 3 | 1 | 10 | 0.6 | 0.2 | 2 |
| NGL | 64200 | 58300 | 70400 | 3 | 1 | 10 | 0.6 | 0.2 | 2 |
| Premium | 69300 | 67500 | 73000 | 3 | 1 | 10 | 0.6 | 0.2 | 2 |
| Avgas | 7000 | 67500 | 73000 | 3 | 1 | 10 | 0.6 | 0.2 | 2 |
| Avtur | 71500 | 69700 | 74400 | 3 | 1 | 10 | 0.6 | 0.2 | 2 |
| Solar/ADO/HSD/IDO | 74100 | 72600 | 74800 | 3 | 1 | 10 | 0.6 | 0.2 | 2 |
| MFO | 77400 | 75500 | 78800 | 3 | 1 | 10 | 0.6 | 0.2 | 2 |
| LPG | 63100 | 61600 | 65600 | 1 | 0.3 | 3 | 0.1 | 0.03 | 0.3 |
| Petroleum Coke | 97500 | 82900 | 115000 | 3 | 1 | 10 | 0.6 | 0.2 | 2 |
| Refinery Gas | 57600 | 48200 | 69000 | 1 | 0.3 | 3 | 0.1 | 0.03 | 0.3 |
| Batubara Antrasit | 98300 | 94600 | 101000 | 10 | 3 | 30 | 1.5 | 0.5 | 5 |
| Batubara sub-bituminous | 96100 | 92800 | 100000 | 10 | 3 | 30 | 1.5 | 0.5 | 5 |
| Lignite | 101000 | 90900 | 115000 | 10 | 3 | 30 | 1.5 | 0.5 | 5 |
| Gas bumi | 56100 | 54300 | 58300 | 1 | 0.3 | 3 | 0.1 | 0.03 | 0.3 |
| NGL = Natural Gas Liquids atau kondensat ADO = Automotive Diesel Oil (=Solar) HSD = High Speed Diesel (=Solar) IDO = Industrial Diesel Oil (=Minyak Diesel) MFO = Marine Fuel Oil | | | | | | | | | |

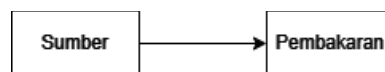
Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2012

3.5 Skenario Pengolahan Sampah

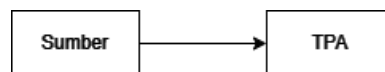
Jumlah total emisi gas rumah kaca aktivitas TPS 3R dari pengumpulan, pengolahan, pengangkutan ke pengepul, dan pengangkutan ke industri akan dibandingkan dengan jumlah total emisi apabila jumlah sampah yang masuk ke TPS 3R dilakukan pengolahan dengan metode pembakaran terbuka atau langsung *landfill*. Tujuan dari membandingkan antara hasil eksisting dengan skenario yaitu untuk mengetahui efektifitas pengelolaan sampah melalui TPS 3R dalam mereduksi emisi gas rumah kaca. Skema pengelolaan sampah digambarkan sebagai berikut.



Gambar 3. 4 Skenario Kondisi Eksisting



Gambar 3. 5 Skenario Pembakaran Terbuka



Gambar 3. 6 Skenario Landfilling

- Skenario Pembakaran

Dalam skenario pembakaran, diasumsikan bahwa sampah yang masuk ke TPS3R di bakar menggunakan metode *open burning*. Metode perhitungan emisi pembakaran secara terbuka berdasarkan IPCC 2006 dalam pedoman penyelenggaraan inventarisasi gas rumah kaca. Untuk menghitung emisi gas rumah kaca dari pembakaran sampah secara terbuka dapat menggunakan persamaan berikut

- Emisi CO₂

$$Emisi\ CO_2 = \frac{MSW \times \sum_j (WF_j \times dm_j \times CF_j \times OF_j) \times 44}{12} \quad (3.10)$$

Dimana :

Emisi CO₂ = emisi CO₂ dalam tahun inventori (Gg/tahun)

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

WF_j = fraksi tipe limbah dari komponen j dalam sampah (berat basah pembakaran terbuka)

dm_j = fraksi kandungan zat kering dalam sampah

CF_j = fraksi karbon fosil di dalam karbon total

OF_j = faktor oksidasi

j = komponen dari sampah

Tabel 3. 8 angka *default dry matter* sampah kota

| Jenis Sampah | Dry Matter Content (Dm) | Fraction of Carbon (CF) | Fraction of Fossil Carbon (FCF) | Oxidation Factor (OF) | Faktor Konversi |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------|
| Sisa Makanan | 0.40 | 0.38 | 0.00 | 0.58 | 3.667 |
| Kayu & Ranting | 0.85 | 0.50 | 0.00 | 0.58 | 3.667 |
| Kertas & Karton | 0.90 | 0.46 | 0.01 | 0.58 | 3.667 |
| Plastik | 1.00 | 0.75 | 1.00 | 0.58 | 3.667 |
| Logam | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 3.667 |
| Kain/Tekstil | 0.80 | 0.50 | 0.20 | 0.58 | 3.667 |
| Karet & Kulit | 0.84 | 0.67 | 0.20 | 0.58 | 3.667 |
| Kaca | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 3.667 |
| Lainnya | 0.90 | 0.03 | 1.00 | 0.58 | 3.667 |

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2012

- Emisi CH₄ dan N₂O

$$Emisi\ CH_4 = \sum i(Wi \times EFi) \times 10^{-6} \quad (3.11)$$

Dimana :

Emisi CH₄ = emisi CH₄ inventori (Gg/tahun)

Wi = berat sampah yang dibakar secara terbuka

EFi = fraksi emisi inventori (kg CH₄/tahun)

i = kategori sampah yang dibakar

Tabel 3. 9 Faktor Emisi CH₄ dan N₂O Pembakaran

| Faktor Emisi (kg CH ₄ /Gg wet) | Faktor Emisi (kg N ₂ O/Gg dry) |
|---|---|
| 6500 | 150 |

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2012

- Skenario Penimbunan

Dalam skenario penimbunan, diasumsikan bahwa sampah dari sumber akan dikirim ke TPA untuk dilakukan penimbunan. TPS3R dianggap sebagai sumber. Pengangkutan dari sumber ke lokasi TPA menggunakan *dump truck*, untuk perhitungan pengangkutan menggunakan metode yang sama dengan perhitungan pengumpulan dan pengangkutan. Metode perhitungan untuk skenario penimbunan adalah sebagai berikut:

- a. Gas Rumah Kaca dari *Landfill*

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

- Emisi CH₄

Emisi CH₄ pada tahun T, Gigagram

$$= \left[\sum_x CH_4 \text{ generated}_{x.T} - R_T \right] \times (1 - OX_T) \quad (3.12)$$

Dimana,

$\sum CH_4 \text{ generated}_{x.T}$ = CH₄ yang terbentuk pada Tahun T hasil degradasi komponen organik jenis tertentu (x) yang tersimpan dalam sampah (DDOC)

R = Recovery CH₄ di TPA

OX_T = Faktor Oksidasi pada tahun T, fraksi

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

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

| Jenis TPA | Angka default |
|---|---------------|
| Managed (tidak berpenutup bahan teraerasi), unmanaged, uncatogorized | 0 |
| Managed (berpenutup bahan yang mengoksidasi CH ₄ seperti tanah/ kompos) | 0,1 |

Sumber : IPCC, 2006

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

$$\sum_x CH_4 \text{ generated}_{x.T} = DDOC_m \times F \times 16/12 \quad (3.13)$$

Dimana,

$CH_4 \text{ generated } \times T$ = CH_4 yang terbentuk pada tahun T hasil dekomposisi komponen organik yang tersimpan di dalam sampah (DDOC)

$DDOC_m$ = Massa DOC (komponen karbon organik yang dapat terdekomposisi) yang tersimpan pada sampah di TPA, Gg

F = Fraksi (%-volume) CH_4 pada gas yang dihasilkan di landfill, nilai F menurut default IPCC adalah 50%. $16/12$ = Rasio berat molekul CH_4/C (ratio)

$$DDOC_m = W \times DOC \times DOC_f \times MCF \quad (3.14)$$

Dimana,

$DDOC_m$ = Massa DOC yang terdeposisi, Ggram

W = Massa limbah yang terdeposisi, Ggram

DOC = Fraksi degradable karbon organik pada tahun deposisi sampah, Gg C/Gg waste

DOC_f = Fraksi DOC yang dapat terdekomposisi pada kondisi anaerobik, fraksi

MCF = Faktor koreksi CH_4 , yang menggambarkan bagian limbah yang akan terdekomposisi pada kondisi anaerobik (sebelum kondisi anaerobik terjadi) pada tahun deposisi limbah.

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

Tabel 3. 11 *Methane Correction Factor*

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

Sumber : IPCC, 2006

$$DOC = (DOC_i \times W_i) \quad (3.15)$$

Dimana:

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

DOC_i = Nilai DOC sampah jenis i

W_i = Fraksi sampah jenis i terhadap total sampah

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

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

| DOC_i | |
|------------------------|--------------|
| Jenis Sampah | Nilai |
| Sisa Makanan | 0.15 |
| Kayu & Jerami | 0.43 |
| Kertas | 0.4 |
| Plastik | 0 |

| DOCi | |
|---------------|-------|
| Jenis Sampah | Nilai |
| Logam | 0 |
| Tekstil/Kain | 0.24 |
| Karet & Kulit | 0.39 |
| Kaca | 0 |
| Lainnya | 0 |
| Lumpur | 0.05 |
| Diapers | 0.24 |
| Kebun | 0.2 |

Sumber : IPCC, 2006

- Emisi CO₂

Dalam menghitung emisi CO₂ digunakan rumus sebagai berikut.

$$Emisi\ CO_2 = emisi\ CH_4 \times \left(\frac{1-F}{F} + OX \right) \times \frac{44}{16} \quad (3.16)$$

Dimana,

F = Fraksi dari CH₄ yang dihasilkan di TPA

OX = Faktor Oksidasi

44 = Molekul relatif (Mr) dari CO₂ (kg/kg-mol)

12 = Massa atom relatif (Mr) dari CH₄ (kg/kg-mol)

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

Tabel 3. 13 Konversi GWP

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

Sumber : IPCC, 2006

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum TPS 3R

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Gunung Kidul yang memiliki 18 kecamatan dan 144 desa/kelurahan. Kawasan yang akan menjadi lokasi penelitian yaitu, Selang, Kepek, Kepek II, Ngawu, dan Tawarsari. Kawasan tersebut masing – masing memiliki TPS 3R sebagai wadah menampung sekaligus mengolah sampah masyarakat sekitar.

Adapun TPS 3R yang menjadi lokasi penelitian, yaitu TPS 3R Amrih Lestari I, Amrih Lestari II, Ngawu Asri, Garda Peksi, dan Ngudi Rejeki. Jumlah nasabah TPS 3R terbanyak yaitu TPS 3R Amrih Lestari II sebanyak 790 nasabah, terdiri dari 4 sekolah, 3 kantor, dan 783 masyarakat. Jumlah timbulan sampah terbanyak yang masuk ke TPS 3R, yaitu TPS 3R Amrih Lestari II sebanyak 1.132 ton/tahun. Data TPS 3R yang menjadi lokasi penelitian ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data TPS3R

| No. | Nama TPS 3R | Sampah masuk (kg/thn) | Kategori |
|------------|--------------------|------------------------------|-----------------|
| 1 | Amrih Lestari 2 | 1,132,230.00 | Besar |
| 2 | Amrih Lestari 1 | 1,095.00 | |
| 3 | Garda Peksi | 730,000.00 | Sedang |
| 4 | Ngawu Asri | 328,500.00 | Kecil |
| 5 | Ngudi Rejeki | 292,000.00 | |
| total | | 2,483,825.00 | |

Hasil dari survey secara langsung ke lokasi menunjukkan bahwa 5 lokasi TPS 3R memiliki fasilitasnya masing – masing, seperti mesin pencacahan, mesin pengayakan, mesin pres. Untuk aktivitas pengumpulan sampah dari nasabah ke TPS 3R akan dijemput oleh petugas TPS 3R menggunakan motor roda tiga atau mobil bak terbuka. Setelah sampah dikumpulkan, kemudian sampah tersebut akan dipilah

berdasarkan jenisnya. Untuk sampah anorganik akan dijual ke pihak pengepul, sementara untuk sampah organik digunakan untuk pengomposan.

Tabel 4. 2 Aktivitas Operasional dan Fasilitas TPS3R

| Nama TPS3R | | Amrih Lestari 2 | Amrih Lestari 1 | Garda Peksi | Ngawu Asri | Ngudi Rejeki |
|-------------------------------------|-------------------|--|--|--|--|--|
| Waktu Operasional (Jam/Hari) | | (07.00-15.00/Senin – Sabtu) | (07.00 – 16.00/ Senin – Sabtu) | (08.00 – 16.00/Senin – Sabtu) | (08.00 – 16.00/Senin – Sabtu) | (07.00-16.00/Senin – Sabtu) |
| Jumlah Pelanggan | Sekolah | 4 | 6 | 4 | 6 | 6 |
| | Masyarakat | 783 | 650 | 510 | 283 | 653 |
| | Kantor | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| Iuran Pelanggan | | Rp15,000.00 | Rp15,000.00 | Rp15,000.00 | Rp15,000.00 | Rp15,000.00 |
| Jumlah Kendaraan | | 3 Viar | 1 Viar, 1 pikap | 2 Viar | 2 Viar | 3 Viar |
| Fasilitas TPS3R | | Kantor, WC, Area Pemilahan, Area Pengayakan, Area Pencacahan, Area Pengomposan | Kantor, WC, Area Pemilahan, Area Pengayakan, Area Pencacahan, Area Pengomposan | Kantor, WC, Area Pemilahan, Area Pengayakan, Area Pencacahan, Area Pengomposan | Kantor, WC, Area Pemilahan, Area Pengayakan, Area Pencacahan, Area Pengomposan | Kantor, WC, Area Pemilahan, Area Pengayakan, Area Pencacahan, Area Pengomposan |
| Mesin | | Mesin pencacah, Mesin pengayak, Mesin Pres | Mesin pencacah, Mesin pengayak | Mesin pencacah | Mesin pencacah, Mesin pengayak | Mesin pencacah, Mesin Pengayak |
| Pengomposan | | Ada | Ada | Ada | Ada | Ada |
| Jenis Pengomposan | | <i>Open windrow</i> | <i>Open Windrow</i> | <i>Open Windrow</i> | Takakura Susun | <i>Open Windrow</i> |

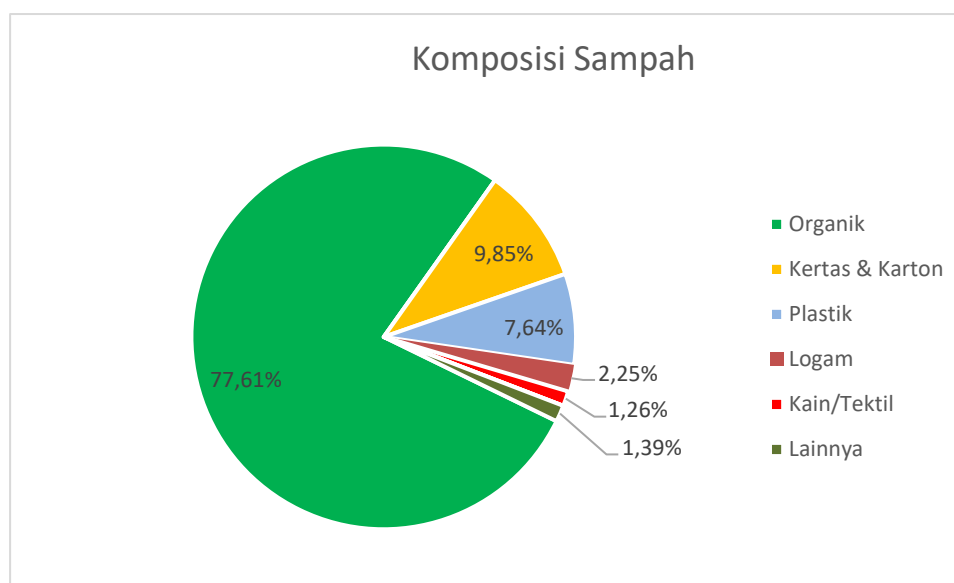
4.1.1 Timbulan dan Komposisi Sampah

Data timbulan dan komposisi sampah digunakan untuk mengestimasi potensi emisi gas rumah kaca dari kegiatan pengelolaan sampah di TPS 3R. data Timbulan sampah yang teridentifikasi masuk ke lokasi TPS 3R didapatkan dari hasil wawancara dengan pihak pengelola TPS 3R. Informasi terkait timbulan sampah dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 3 Timbulan Sampah

| Nama TPS 3R | Timbulan Sampah (kg/tahun) |
|-----------------|----------------------------|
| Amrih Lestari 2 | 1,132,230.00 |
| Amrih Lestari 1 | 1,095,000.00 |
| Garda Peksi | 730,000.00 |
| Ngawu Asri | 328,500.00 |
| Ngudi Rejeki | 292,000.00 |

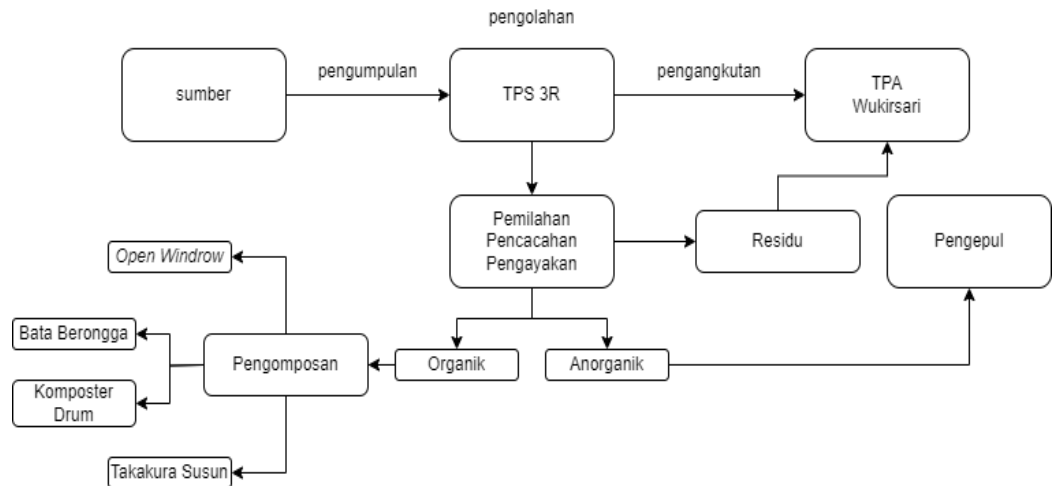
Komposisi sampah dinyatakan dalam bentuk persentase. Komposisi sampah Kabupaten Gunung Kidul didominasi oleh sampah organik. Sampah organik berasal dari sisa makanan dan dedaunan. Tingginya jumlah sampah organik di Kabupaten Gunung Kidul karena beberapa faktor, antara lain konsumsi makanan sehari – hari masyarakat yang umumnya terbuat dari bahan organik.



Gambar 4. 1 Komposisi Sampah

4.2 Aktivitas TPS 3R

Aktivitas operasional TPS 3R dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini.



Gambar 4. 2 Diagram Alir Aktivitas TPS3R

Pada umumnya aktivitas pada TPS 3R diawali dari kegiatan pengumpulan sampah dari sumber yang selanjutnya akan dilakukan proses selanjutnya, seperti pemilahan dan pengolahan di lokasi TPS 3R sampai pengangkutan menuju pengepul. Adapun tahapan pertama dari kegiatan TPS 3R, yaitu pengumpulan, petugas dari TPS 3R akan menjemput sampah dari nasabah menggunakan motor roda tiga atau mobil bak terbuka menuju lokasi TPS 3R, kemudian setelah pengumpulan proses selanjutnya yaitu pemilahan dan penimbangan. Berdasarkan dari hasil wawancara dan observasi langsung ke lokasi TPS 3R kegiatan masih dilakukan secara manual oleh petugas TPS 3R. Selanjutnya sampah yang sudah dipilah akan dilakukan proses selanjutnya, seperti pencacahan, pengayakan, dan juga pengomposan. Selanjutnya yaitu pengangkutan ke pengepul, untuk pengangkutan, pengepul yang akan menjemput ke lokasi TPS 3R dengan menggunakan truk. Untuk pembuangan residu akan langsung dibuang ke TPA Wukirsari. Dari aktivitas TPS 3R berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca, yaitu dari kegiatan pengumpulan, pengolahan, dan pengangkutan

4.2.1 Aktivitas Pengumpulan

Aktivitas pengumpulan merupakan kegiatan penjemputan sampah dari sumber/nasabah menuju lokasi TPS 3R oleh petugas TPS 3R. dari aktivitas pengumpulan ini menghasilkan emisi gas rumah kaca. Proses pengumpulan sampah dari sumber/nasabah umumnya menggunakan kendaraan pengangkut, seperti motor roda tiga, mobil bak terbuka, dan truk. Berdasarkan hasil obeservasi dan wawancara langsung, pada TPS 3R di Kabupaten Gunung Kidul rata – rata menggunakan motor roda tiga yang menggunakan bahan bakar fosil berupa bensin RON 92. Penggunaan bahan bakar fosil dapat menghasilkan emisi gas rumah kaca berupa CO₂, CH₄, dan N₂O menurut buku Pedaman Perhitungan Inventarisasi Gas Rumah Kaca dari Kementerian Lingkungan Hidup.

4.2.2 Aktivitas Pengolahan

Aktivitas pengolahan merupakan kegiatan mendaur ulang sampah yang sudah terpilah, untuk pemilahannya umumnya dilakukan secara manual oleh petugas TPS 3R. setelah dilakukkann pemilahan proses selanjutnya, yaitu penggunaan mesin pencacahan dan mesin pengayakan. Mesin pencacahan digunakan untuk mengurangi volume sampah dan mempercepat proses pengomposan, sedangkan mesin pengayakan digunakan untuk memisahkan sampah organik dan anorganik. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara pada TPS 3R di Kabupaten Gunung Kidul rata – rata menggunakan metode *Open Windrow* untuk pengomposan. Penggunaan mesin dan pengomposan pada aktivitas pengolahan sampah di TPS 3R menghasilkan emisi gas rumah berupa CO₂, CH₄, dan N₂O menurut buku Pedoman Perhitungan Inventarisasi Gas Rumah Kaca dari Kementerian Lingkungan Hidup.

4.2.3 Aktivitas Pengangkutan

Kegiatan pengangkutan dari lokasi TPS 3R menuju lokasi gudang pengepul ataupun ke TPA Wukirsari untuk sampah residu menggunakan truk dan mobil bak

terbuka, dari penggunaan kendaraan tersebut dapat menghasilkan emisi gas rumah kaca karena menggunakan bahan bakar RON 92 dan solar. Untuk jalur pengangkutan dapat dilihat pada lampiran 3. Kemudian proses setelah kegiatan pengangkutan, pengepul akan memilah kembali untuk memisahkan jenis – jenis sampah. Berdasarkan hasil dari observasi dan wawancara secara langsung sampah yang sudah dipilah lebih lanjut akan dikirimkan ke pengepul lebih besar kemudian langsung ke pabrik daur ulang atau industri. Kegiatan pengepul pada 5 TPS 3R dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 4 Kegiatan Pengepul

| No. | Nama TPS 3R | Pengepul | Alamat | Jenis Sampah yang diterima | Pengolahan | Tujuan Penyetoran | Jenis Sampah Yang disetorkan |
|-----|------------------|-----------|--------------------------------------|----------------------------|------------|---------------------------|------------------------------|
| 1 | Amrih Lestari II | Wasdiyono | Mulasan, Paliyan, Gunung Kidul | Semua Jenis | Pemilahan | Klaten | Kertas, Kardus |
| 2 | Amrih Lestari I | Sudarto | Kemadang, Tanjung Sari, Gunung Kidul | Semua Jenis | Pemilahan | Klaten | Kertas, Kardus |
| 3 | Garda Peksi | Ardi | Ngoro-oro, Patuk, Gunung Kidul | Semua Jenis | Pemilahan | Zulfa Mandiri, Klaten | Plastik, Kardus, Kertas |
| | | | | | | Mitra Logam, Bantul | Logam |
| 4 | Ngawu Asri | Tugino | Sambipitu, Playen, Gunung Kidul | Semua Jenis | Pemilahan | Solo | Kardus, Kertas |
| 5 | Ngudi Rejeki | Puryanto | Selang V, Wonosari, Gunung Kidul | Semua Jenis | Pemilahan | Pak Ngatiman, Wonosari | Plastik |
| | | | | | | Bintang Raya, Klaten | Kertas, Kardus |
| | | | | | | Nusantara Plastik, Klaten | Plastik |

4.3 Potensi Gas Rumah Kaca Dari Aktivitas TPS 3R

4.3.1 Pengumpulan

Perhitungan emisi gas rumah kaca dari proses transportasi sampah dari sumbernya ke tempat pemrosesan sampah 3R (TPS3R) dilakukan dengan metode yang berfokus pada jumlah kendaraan yang digunakan dan jarak rata-rata yang ditempuh. Pendekatan ini membantu dalam menentukan tingkat emisi yang dihasilkan selama kegiatan pengangkutan, yang diukur dalam bentuk penggunaan bahan bakar. Penggunaan bahan bakar rata-rata mencerminkan bagaimana jarak yang ditempuh dikonversi menjadi konsumsi bahan bakar dalam satuan kilometer per liter (km/l).

Asumsi konsumsi bahan bakar rata – rata yang digunakan, yaitu :

- Mobil = 7,8 km/liter
- Motor roda tiga = 21,5 km/liter

(Kemenhub, 2010).

Tabel 4. 5 Konsumsi Bahan Bakar Pengumpulan

| Nama TPS3R | Jumlah Kendaraan | Konsumsi Bahan Bakar (liter/tahun) |
|-------------------|-------------------------|---|
| Amrih Lestari 2 | 3 | 522 |
| Amrih Lestari 1 | 2 | 476 |
| Garda Peksi | 2 | 232 |
| Ngawu Asri | 2 | 203 |
| Ngudi Rejeki | 3 | 147 |

Setelah memperoleh konsumsi bahan bakar tahunan untuk masing-masing jenis kendaraan, kemudian mengalikan konsumsi bahan bakar tahunan untuk setiap jenis kendaraan dengan nilai kalor jenis bahan bakar tersebut. Hal ini dilakukan untuk mengonversi volume bahan bakar dari liter menjadi satuan terajoule (TJ). Nilai kalor bahan bakar yang digunakan, yaitu :

- Bensin = 0,000033 TJ/liter
- Solar = 0,000036 TJ/liter

Kemudian untuk perhitungan emisi mengalikan konsumsi bahan bakar tahunan (TJ) dengan faktor emisi untuk setiap bahan bakar . faktor emisi yang digunakan untuk menghitung emisi CO₂ menggunakan faktor emisi bahan bakar indonesia (Tier-2), tabel faktor emisi untuk CO₂ dapat dilihat pada tabel 3.4 . Untuk CH₄ dan N₂O digunakan faktor emisi *default* IPCC (Tier-1), tabel faktor emisi CH₄ dan N₂O dapat pada tabel 3.5 . Berikut contoh perhitungan konsumsi energi dari TPS 3R Amrih Lestari 2 menggunakan persamaan 3.3.

$$\text{konsumsi energi (TJ)} = 522 \times 0,000033$$

$$\text{konsumsi energi (TJ)} = 0,00172 \text{ (TJ)}$$

Berikut hasil perhitungan konsumsi energi masing – masing TPS 3R pada aktivitas pengumpulan.

Tabel 4. 6 Konsumsi Energi Pada Pengumpulan (TJ)

| Nama TPS3R | Konsumsi Energi (TJ) |
|-------------------|-----------------------------|
| Amrih Lestari 2 | 0.0172 |
| Amrih Lestari 1 | 0.0157 |
| Garda Peksi | 0.0076 |
| Ngawu Asri | 0.0067 |
| Ngudi Rejeki | 0.0057 |

A. Perhitungan Emisi CO₂

Perhitungan emisi CO₂ untuk pengumpulan dilakukann dengan mengalikan rata – rata konsumsi bahan bakar dengan faktor emisi. Untuk faktor emisi yang digunakan, yaitu 72.600 kg/TJ untuk bensin dan 74.433 kg/TJ untuk solar (Kementerian ESDM, 2020). Berikut contoh perhitungan emisi CO₂ dari aktivitas pengumpulan pada TPS3R Amrih Lestari 2 menggunakan persamaan 3.4.

$$\text{Emisi CO}_2 = 0,0172 \times 72.600$$

$$\text{Emisi CO}_2 = 1251,610 \text{ (kg/tahun)}$$

Hasil perhitungan emisi CO₂ dari masing – masing TPS 3R dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4. 7 Emisi CO₂ dari aktivitas pengumpulan

| Nama TPS3R | Emisi CO₂ (Kg/tahun) |
|-------------------|--|
| Amrih Lestari 2 | 1251.610 |
| Amrih Lestari 1 | 1140.624 |
| Garda Peksi | 556.271 |
| Ngawu Asri | 486.737 |
| Ngudi Rejeki | 417.203 |

Selanjutnya setelah mendapat hasil dari perhitungan emisi CO₂, dikonversikan dalam bentuk CO₂(eq) dengan menggunakan Indeks Potensi Pemanasan Global (GWP), nilai GWP dapat dilihat pada tabel 3.13 . Berikut hasil konversi CO₂ dapat dilihat pada tabel berikut.

$$GWP \text{ CO}_2 = 1251.610 \times 1$$

$$GWP \text{ CO}_2 = 1251.610 \text{ (kg eq/tahun)}$$

Tabel 4. 8 Konversi Emisi ke CO₂(eq)/tahun dari Aktivitas Pengumpulan

| Nama TPS3R | Jenis Gas |
|-------------------|-------------------------------------|
| | CO₂ (kg eq/tahun) |
| Amrih Lestari 2 | 1251.610 |
| Amrih Lestari 1 | 1140.624 |
| Garda Peksi | 556.271 |
| Ngawu Asri | 486.737 |
| Ngudi Rejeki | 417.203 |

B. Perhitungan Emisi CH₄ dan N₂O

Perhitungan emisi CH₄ dan N₂O untuk pengumpulan dilakukann dengan mengalikan rata – rata konsumsi bahan bakar dengan faktor emisi. Untuk faktor emisi yang digunakan, yaitu 25 kg/TJ untuk bensin dan 3,9 kg/TJ untuk solar, nilai faktor emisi dapat dilihat pada tabel 3.5 . Berikut contoh perhitungan emisi CH₄ dan N₂O pada TPS3R Amrih Lestari 2 menggunakan persamaan 3.4.

$$Emisi CH_4 = 0,00172 \times 25$$

$$Emisi CH_4 = 0,431 \text{ (kg/tahun)}$$

Hasil perhitungan emisi CH₄ masing – masing TPS 3R dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 9 Perhitungan Emisi CH₄ dari Aktivitas Pengumpulan

| Nama TPS3R | Emisi CH₄ (Kg/tahun) |
|-------------------|--|
| Amrih Lestari 2 | 0.431 |
| Amrih Lestari 1 | 0.393 |
| Garda Peksi | 0.192 |
| Ngawu Asri | 0.168 |
| Ngudi Rejeki | 0.144 |

Selanjutnya setelah mendapat hasil dari perhitungan emisi CH₄, dikonversikan dalam bentuk CH₄ (eq) dengan mengalikan jumlah emisi yang didapatkan dengan menggunakan Indeks Potensi Pemanasan Global (GWP). Nilai GWP dapat dilihat pada tabel 3.13. Berikut hasil konversi CH₄ dari TPS3R Amrih Lestari 2.

$$GWP CH_4 = 0,431 \times 29,8$$

$$GWP CH_4 = 10,632 \text{ (kg eq/tahun)}$$

Tabel 4. 10 Konversi Emisi ke CH₄ (eq)/tahun dari Aktivitas Pengumpulan

| Nama TPS3R | Jenis Gas |
|-------------------|-----------------------|
| | CH₄ |
| Amrih Lestari 2 | 12.844 |
| Amrih Lestari 1 | 11.705 |
| Garda Peksi | 5.708 |
| Ngawu Asri | 4.995 |
| Ngudi Rejeki | 4.281 |

Hasil perhitungan emisi N₂O dari masing – masing TPS 3R dapat dilihat pada tabel dibawah.

$$Emisi\ N_2O = 0,0172 \times 8$$

$$Emisi\ N_2O = 0,138\ (kg/tahun)$$

Tabel 4. 11 Perhitungan Emisi N₂O dari Aktivitas Pengumpulan

| Nama TPS3R | Jenis Gas |
|-----------------|------------------|
| | N ₂ O |
| Amrih Lestari 2 | 0.138 |
| Amrih Lestari 1 | 0.126 |
| Garda Peksi | 0.061 |
| Ngawu Asri | 0.054 |
| Ngudi Rejeki | 0.046 |

Selanjutnya setelah mendapat hasil dari perhitungan emisi N₂O, dikonversikan dalam bentuk N₂O (eq) dengan menggunakan Indeks Potensi Pemanasan Global (GWP), nilai GWP dapat dilihat pada tabel 3.13 . Berikut hasil perhitungan konversi N₂O pada TPS3R Amrih Lestari 2.

$$GWP\ N_2O = 0,138 \times 273$$

$$GWP\ N_2O = 37.652\ (kg\ eq/tahun)$$

Tabel 4. 12 Konversi Emisi ke N₂O (eq)/tahun dari Aktivitas Pengumpulan

| Nama TPS3R | Jenis Gas |
|-----------------|------------------|
| | N ₂ O |
| Amrih Lestari 2 | 37.652 |
| Amrih Lestari 1 | 34.313 |
| Garda Peksi | 16.734 |
| Ngawu Asri | 14.642 |
| Ngudi Rejeki | 12.551 |

4.3.2 Pengolahan

Perhitungan emisi gas rumah kaca dari proses pengolahan sampah di lokasi TPS 3R dilakukan dengan metode yang bergantung pada durasi pemakaian mesin. Metode ini digunakan untuk menentukan tingkat emisi selama proses pengolahan dan diukur dalam bentuk konsumsi bahan bakar. Konsumsi bahan bakar rata-rata adalah cara untuk mengubah durasi pemakaian menjadi konsumsi bahan bakar dalam satuan l/jam.

Tabel 4. 13 Konsumsi Bahan Bakar Mesin

| Nama TPS3R | Jenis Mesin | Durasi Pemakaian (Jam) | Konsumsi Bahan Bakar (liter/tahun) |
|-----------------|-------------|------------------------|------------------------------------|
| Amrih Lestari 2 | Pencacahan | 4 | 52 |
| | Pengayakan | 4 | 52 |
| | Pres | 2 | 26 |
| Amrih Lestari 1 | Pencacahan | 4 | 52 |
| | Pengayakan | 4 | 52 |
| Garda Peksi | Pencacahan | 2 | 26 |
| Ngawu Asri | pencacahan | 1 | 13 |
| | Pengayakan | 1 | 13 |
| Ngudi Rejeki | Pencacahan | 4 | 52 |
| | Pengayakan | 4 | 52 |

Setelah memperoleh konsumsi bahan bakar tahunan untuk masing-masing mesin, langkah selanjutnya adalah mengalikan konsumsi bahan bakar tahunan untuk setiap mesin dengan nilai kalor jenis bahan bakar tersebut. Hal ini dilakukan untuk mengonversi volume bahan bakar dari liter menjadi satuan terajoule (TJ). Nilai kalor bahan bakar yang digunakan, yaitu :

- Bensin = 0,000033 TJ/liter
- Solar = 0,000036 TJ/liter

Kemudian untuk perhitungan emisi mengalikan konsumsi bahan bakar tahunan (TJ) dengan faktor emisi untuk setiap bahan bakar . faktor emisi yang digunakan untuk menghitung emisi CO₂ menggunakan faktor emisi bahan bakar indonesia

(Tier-2), untuk CH₄ dan N₂O digunakan faktor emisi *default* IPCC (Tier-1). Berikut contoh perhitungan konsumsi energi dari TPS 3R Amrih Lestari 2.

A. Penggunaan Mesin

Perhitungan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O untuk penggunaan mesin dilakukann dengan mengalikan rata – rata konsumsi bahan bakar dengan faktor emisi. Untuk faktor emisi yang digunakan, yaitu untuk CO₂ 74100 kg/TJ, untuk CH₄ 3 kg/TJ dan N₂O 0,6 kg/TJ untuk penggunaan solar, nilai faktor emisi penggunaan mesin dapat dilihat pada tabel 3.7 . Nilai konsumsi energi masing – masing mesin dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 14 Konsumsi Energi (TJ) Mesin

| Nama TPS3R | Jenis Mesin | Konsumsi Energi (TJ) |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|
| Amrih Lestari 2 | Pencacahan | 0.00749 |
| | Pengayakan | 0.00749 |
| | Pres | 0.00187 |
| Amrih Lestari 1 | Pencacahan | 0.00749 |
| | Pengayakan | 0.00749 |
| Garda Peksi | Pencacahan | 0.00187 |
| Ngawu Asri | pencacahan | 0.00047 |
| | Pengayakan | 0.00047 |
| Ngudi Rejeki | Pencacahan | 0.00749 |
| | Pengayakan | 0.00749 |

Contoh perhitungan konsumsi energi dari TPS3R Amrih Lestari 2 pada mesin pencacahan menggunakan persamaan 3.8.

$$konsumsi\ energi\ (TJ) = 52 \times 0,000036 \times 4$$

$$konsumsi\ energi\ (TJ) = 0,00749\ (TJ)$$

Berikut contoh perhitungan hasil emisi CO₂, CH₄, dan N₂O dari penggunaan mesin menggunakan persamaan 3.9.

- Emisi CO₂

$$\text{Emisi CO}_2 = 0,00749 \times 74100$$

$$\text{Emisi CO}_2 = 554,860 \text{ (kg/tahun)}$$

- Emisi CH₄

$$\text{Emisi CH}_4 = 0,00749 \times 3$$

$$\text{Emisi CH}_4 = 0,022 \text{ (kg/tahun)}$$

- Emisi N₂O

$$\text{Emisi N}_2\text{O} = 0,00749 \times 0,6$$

$$\text{Emisi N}_2\text{O} = 0,004 \text{ (kg/tahun)}$$

Hasil perhitungan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O pada penggunaan mesin dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 15 Perhitungan Emisi Dari Penggunaan Mesin

| Nama TPS3R | Jenis Mesin | Emisi CO₂ (Kg/tahun) | Emisi CH₄ (Kg/tahun) | Emisi N₂O (Kg/tahun) |
|-------------------|--------------------|--|--|--|
| Amrih Lestari 2 | Pencacahan | 554.86080 | 0.02246 | 0.00449 |
| | Pengayakan | 554.86080 | 0.02246 | 0.00449 |
| | Pres | 138.71520 | 0.00562 | 0.00112 |
| Amrih Lestari 1 | Pencacahan | 554.86080 | 0.02246 | 0.00449 |
| | Pengayakan | 554.86080 | 0.02246 | 0.00449 |
| Garda Peksi | Pencacahan | 138.71520 | 0.00562 | 0.00112 |
| Ngawu Asri | pencacahan | 34.67880 | 0.00140 | 0.00028 |
| | Pengayakan | 34.67880 | 0.00140 | 0.00028 |
| Ngudi Rejeki | Pencacahan | 554.86080 | 0.02246 | 0.00449 |
| | Pengayakan | 554.86080 | 0.02246 | 0.00449 |

Selanjutnya setelah mendapat hasil dari perhitungan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O, dikonversikan dalam bentuk CO₂, CH₄, dan N₂O (eq) dengan menggunakan Indeks Potensi Pemanasan Global (GWP), nilai GWP dapat dilihat pada tabel 3.13 . Contoh perhitungan konversi CO₂, CH₄, dan N₂O dapat dilihat pada tabel dibawah.

$$GWP \text{ CO}_2 = 554,860 \times 1$$

$$GWP \text{ CO}_2 = 554,860 \text{ (kg eq/tahun)}$$

Tabel 4. 16 Konversi CO₂, CH₄, dan N₂O dari Penggunaan Mesin

| Nama TPS3R | Jenis Mesin | Jenis Gas | | |
|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O |
| Amrih Lestari 2 | Pencacahan | 554.861 | 0.669 | 1.227 |
| | Pengayakan | 554.861 | 0.669 | 1.227 |
| | Pres | 138.715 | 0.167 | 0.307 |
| Amrih Lestari 1 | Pencacahan | 554.861 | 0.669 | 1.227 |
| | Pengayakan | 554.861 | 0.669 | 1.227 |
| Garda Peksi | Pencacahan | 138.715 | 0.167 | 0.307 |
| Ngawu Asri | pencacahan | 34.679 | 0.042 | 0.077 |
| | Pengayakan | 34.679 | 0.042 | 0.077 |
| Ngudi Rejeki | Pencacahan | 554.861 | 0.669 | 1.227 |
| | Pengayakan | 554.861 | 0.669 | 1.227 |

B. Pengomposan

Perhitungan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O dari pengomposan dilakukann dengan mengalikan massa sampah tiap pengomposan dengan faktor emisi pengomposan, nilai faktor emisi dapat dilihat pada tabel 3.6 . Faktor emisi CH₄ dan N₂O yaitu 4 g CH₄/kgdan 0,3 g N₂O/kg. Massa sampah yang dikomposkan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 17 Massa Sampah Yang di Komposkan

| Nama TPS3R | Kapasitas Tiap Pengomposan (kg) | Timbulan Sampah (Gg) | Durasi Pengomposan (bulan) |
|-----------------|---------------------------------|----------------------|----------------------------|
| Amrih Lestari 2 | 348 | 0.000348 | 1 |

| Nama TPS3R | Kapasitas Tiap Pengomposan (kg) | Timbulan Sampah (Gg) | Durasi Pengomposan (bulan) |
|-----------------|---------------------------------|----------------------|----------------------------|
| Amrih Lestari 1 | 500 | 0.0005 | 1 |
| Garda Peksi | 100 | 0.0001 | 1 |
| Ngawu Asri | 90 | 0.00009 | 1 |
| Ngudi Rejeki | 40 | 0.00004 | 1 |

Contoh perhitungan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O dari pengomposan dari TPS3R Amrih Lestari 2 menggunakan persamaan 3.5, 3.6, dan 3.7.

- Emisi CH₄

$$Emisi CH_4(Gg CH_4) = (0,0417 \times 4) \times 10^{-3}$$

$$Emisi CH_4(Gg CH_4) = 0,0000167$$

- Emisi N₂O

$$Emisi N_2O(Gg CH_4) = (0,0417 \times 0,3) \times 10^{-3}$$

$$Emisi N_2O(Gg CH_4) = 0,00000125$$

- Emisi CO₂

$$C HWP = \sum 1 \times 0,000348 \times 0,15$$

$$C HWP = 0,0000522$$

$$Emisi CO_2 = \frac{44}{12} \times 0,0000522$$

$$Emisi CO_2(Gg CO_2) = 0,0001914$$

Berikut hasil perhitungan emisi dari masing – masing TPS3R.

Tabel 4. 18 Emisi Pengomposan

| Nama TPS3R | Emisi GRK CH ₄ | Emisi GRK N ₂ O | Emisi GRK CO ₂ |
|-----------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Amrih Lestari 2 | 0.00001670 | 0.00000125 | 0.0001914 |
| Amrih Lestari 1 | 0.00002400 | 0.00000180 | 0.000275 |
| Garda Peksi | 0.00000480 | 0.00000036 | 0.000055 |
| Ngawu Asri | 0.00000432 | 0.00000032 | 0.0000495 |
| Ngudi Rejeki | 0.00000192 | 0.00000014 | 0.000022 |

Selanjutnya setelah mendapat hasil dari perhitungan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O, dikonversikan dalam bentuk CO₂, CH₄, dan N₂O (eq) dengan menggunakan Indeks Potensi Pemanasan Global (GWP), nilai GWP dapat dilihat pada tabel 3.13 . Hasil perhitungan emisi gas rumah kaca dari kegiatan pengomposan,

$$GWP \text{ CO}_2 = 191,4 \times 1$$

$$GWP \text{ CO}_2 = 191,4 \text{ (kg eq/tahun)}$$

Tabel 4. 19 Perhitungan Emisi CO₂,CH₄, dan N₂O Pengomposan

| Nama TPS3R | Jenis Gas | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O |
| Amrih Lestari 2 | 191.40 | 454.35 | 342.01 |
| Amrih Lestari 1 | 275.00 | 652.80 | 491.40 |
| Garda Peksi | 55.00 | 130.56 | 98.28 |
| Ngawu Asri | 49.50 | 117.50 | 88.45 |
| Ngudi Rejeki | 22.00 | 52.22 | 39.31 |

4.3.3 Pengangkutan Ke Pengepul

Perhitungan emisi gas rumah kaca dari kegiatan pengangkutan sampah dari lokasi TPS 3R ke gudang pengepul dilakukan dengan menggunakan metode yang berdasarkan jarak rata-rata yang ditempuh. Metode ini digunakan untuk menentukan tingkat emisi dalam kegiatan pengangkutan dan diukur dalam bentuk konsumsi bahan bakar. Konsumsi bahan bakar rata-rata adalah cara untuk mengubah jarak yang ditempuh menjadi konsumsi bahan bakar dalam satuan kilometer per liter. Asumsi konsumsi bahan bakar rata – rata yang digunakan, yaitu 5 km/liter untuk truk (Kemenhub, 2010).

Tabel 4. 20 Konsumsi Bahan Bakar Pengangkutan Ke Lokasi Pengepul

| Nama TPS3R | Konsumsi Bahan Bakar (liter/tahun) |
|-----------------|------------------------------------|
| Amrih Lestari 2 | 208 |
| Amrih Lestari 1 | 187 |

| Nama TPS3R | Konsumsi Bahan Bakar (liter/tahun) |
|--------------|------------------------------------|
| Garda Peksi | 187 |
| Ngawu Asri | 104 |
| Ngudi Rejeki | 4 |

Kemudian setelah mendapat konsumsi bahan bakar tahunan setiap jenis kendaraan, lalu kalikan konsumsi bahan bakar tahunan setiap jenis kendaraan dengan nilai kalor jenis bahan bakar tersebut untuk mengubahnya dari liter menjadi satuan terajoule (TJ). Nilai kalor bahan bakar yang digunakan, yaitu :

- Bensin = 0,000033 TJ/liter
- Solar = 0,000036 TJ/liter

Emisi kemudian dihitung dengan mengalikan konsumsi bahan bakar tahunan (TJ) dengan faktor emisi untuk setiap bahan bakar . faktor emisi yang digunakan untuk menghitung emisi CO₂ menggunakan faktor emisi bahan bakar indonesia (Tier-2), untuk CH₄ dan N₂O digunakan faktor emisi *default* IPCC (Tier-1). Nilai faktor emisi dapat dilihat pada tabel 3.4 dan 3.5 . Berikut Contoh perhitungan konsumsi energi pengangkutan dari TPS3R Amrih Lestari 2 ke lokasi pengepul menggunakan persamaan 3.3.

$$\text{konsumsi energi (TJ)} = 104 \times 0,000036$$

$$\text{konsumsi energi (TJ)} = 0,00374 \text{ (TJ)}$$

Berikut tabel konsumsi energi dari aktivitas pengangkutan ke lokasi pengepul.

Tabel 4. 21 Konsumsi Energi Pada Pengangkutan Ke Pengepul (TJ)

| Nama TPS3R | Konsumsi Energi (TJ) |
|-----------------|----------------------|
| Amrih Lestari 2 | 0.00749 |
| Amrih Lestari 1 | 0.00674 |
| Garda Peksi | 0.00674 |
| Ngawu Asri | 0.00374 |
| Ngudi Rejeki | 0.00015 |

Perhitungan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O untuk pengangkutan dari lokasi TPS 3R ke Pengepul dilakukan dengan mengalikan rata – rata konsumsi bahan bakar dengan faktor emisi. Untuk faktor emisi yang digunakan, yaitu untuk 74433 kg/TJ, untuk CH₄ dan N₂O 3,9 kg/TJ untuk solar. Berikut contoh perhitungan emisi gas rumah kaca dari kegiatan pengangkutan ke lokasi pengepul menggunakan persamaan 3.4.

- Emisi CO₂

$$Emisi\ CO_2 = 0,00749 \times 74433$$

$$Emisi\ CO_2 = 557,354\ (kg/tahun)$$

- Emisi CH₄

$$Emisi\ CH_4 = 0,00749 \times 3,9$$

$$Emisi\ CH_4 = 0,029\ (kg/tahun)$$

- Emisi N₂O

$$Emisi\ N_2O = 0,00749 \times 3,9$$

$$Emisi\ N_2O = 0,0292\ (kg/tahun)$$

Hasil perhitungan emisi dari aktivitas pengangkutan ke pengepul dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 22 Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Dari Kegiatan Pengangkutan Ke Pengepul

| Nama TPS3R | Emisi CO ₂ (Kg/tahun) | Emisi CH ₄ (Kg/tahun) | Emisi N ₂ O (Kg/tahun) |
|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Amrih Lestari 2 | 557.35430 | 0.02920 | 0.02920 |
| Amrih Lestari 1 | 501.61887 | 0.02628 | 0.02628 |
| Garda Peksi | 501.61887 | 0.02628 | 0.02628 |
| Ngawu Astri | 278.67715 | 0.01460 | 0.01460 |

| Nama TPS3R | Emisi CO ₂ (Kg/tahun) | Emisi CH ₄ (Kg/tahun) | Emisi N ₂ O (Kg/tahun) |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Ngudi Rejeki | 11.14709 | 0.00058 | 0.00058 |

Selanjutnya setelah mendapat hasil dari perhitungan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O, dikonversikan dalam bentuk CO₂, CH₄, dan N₂O (eq) dengan menggunakan Indeks Potensi Pemanasan Global (GWP), nilai GWP dapat dilihat pada tabel 3.13. Contoh perhitungan konversi CO₂, CH₄, dan N₂O dapat dilihat pada tabel dibawah.

$$GWP \text{ CO}_2 = 557,354 \times 1$$

$$GWP \text{ CO}_2 = 557,354 \text{ (kg eq/tahun)}$$

Tabel 4. 23 Konversi CO₂, CH₄, dan N₂O(eq)/tahun

| Nama TPS3R | Jenis Gas | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O |
| Amrih Lestari 2 | 557.354 | 0.870 | 7.972 |
| Amrih Lestari 1 | 501.619 | 0.783 | 7.175 |
| Garda Peksi | 501.619 | 0.783 | 7.175 |
| Ngawu Asri | 278.677 | 0.435 | 3.986 |
| Ngudi Rejeki | 11.147 | 0.017 | 0.159 |

4.3.4 Pengangkutan Dari Pengepul Ke Industri

Perhitungan emisi gas rumah kaca dari kegiatan pengangkutan sampah dari gudang pengepul ke lokasi industri menggunakan metode yang sama dengan pengangkutan dari lokasi TPS 3R ke gudang pengepul. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara secara langsung, pengiriman sampah dari lokasi pengepul ke industri berdasarkan jenis – jenis sampah yang diterima oleh industri tersebut. Untuk lokasi industri kebanyakan dari luar Kabupaten Gunung Kidul. Contoh perhitungan konsumsi energi dari aktivitas pengangkutan dari pengepul ke industri menggunakan persamaan 3.3.

Tabel 4. 24 Konsumsi Bahan Bakar Pengepul ke Industri

| Nama TPS3R | Konsumsi Bahan Bakar (liter/tahun) |
|-------------------|---|
| Wasdiyono | 437 |
| Sudarto | 562 |
| Ardi | 395 |
| Tugino | 603 |
| Puryanto | 392 |

Berikut data konsumsi energi dari aktivitas pengangkutan dari pengepul ke lokasi industri.

$$\text{konsumsi energi (TJ)} = 437 \times 0,000036$$

$$\text{konsumsi energi (TJ)} = 0,01572 \text{ (TJ)}$$

Tabel 4. 25 Konsumsi Energi (TJ) aktivitas pengangkutan pengepul ke industri

| Nama TPS3R | Konsumsi Energi (TJ) |
|-------------------|-----------------------------|
| Wasdiyono | 0.01572 |
| Sudarto | 0.02022 |
| Ardi | 0.01423 |
| Tugino | 0.02172 |
| Puryanto | 0.01411 |

Perhitungan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O untuk pengangkutan dari lokasi pengepul ke lokasi industri dilakukann dengan mengalikan rata – rata konsumsi bahan bakar dengan faktor emisi. Untuk faktor emisi yang digunakan, yaitu 74433 kg/TJ untuk CO₂ , 3,9 kg/TJ untuk CH₄, dan 3,9 kg/TJ untuk N₂O. Nilai faktor emisi dapat dilihat pada tabel 3.4 dan 3.5. Berikut contoh perhitungan emisi gas rumah kaca dari kegiatan pengangkutan ke lokasi pengepul.

- Emisi CO₂

$$Emisi\ CO_2 = 0,01572 \times 74433$$

$$Emisi\ CO_2 = 1.170,444\ (kg/tahun)$$

- Emisi CH₄

$$Emisi\ CH_4 = 0,01572 \times 3,9$$

$$Emisi\ CH_4 = 0,06133\ (kg/tahun)$$

- Emisi N₂O

$$Emisi\ N_2O = 0,00374 \times 3,9$$

$$Emisi\ N_2O = 0,06133\ (kg/tahun)$$

Tabel 4. 26 Perhitungan Emisi CO₂, CH₄, dan N₂O pengangkutan pengepul ke industri

| Nama TPS3R | Emisi CO ₂ (Kg/tahun) | Emisi CH ₄ (Kg/tahun) | Emisi N ₂ O (Kg/tahun) |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Wasdiyono | 1170.44404 | 0.06133 | 0.06133 |
| Sudarto | 1504.85662 | 0.07885 | 0.07885 |
| Ardi | 1058.97318 | 0.05549 | 0.05549 |
| Tugino | 1616.32748 | 0.08469 | 0.08469 |
| Puryanto | 1050.61286 | 0.05505 | 0.05505 |

Selanjutnya setelah mendapat hasil dari perhitungan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O, dikonversikan dalam bentuk CO₂, CH₄, dan N₂O (eq) dengan menggunakan Indeks Potensi Pemanasan Global (GWP). Nilai GWP dapat dilihat pada tabel 3.13. Contoh perhitungan konversi CO₂, CH₄, dan N₂O dapat dilihat pada tabel dibawah.

$$GWP\ CO_2 = 1.170,444 \times 1$$

$$GWP\ CO_2 = 1.170,444\ (kg\ eq/tahun)$$

Tabel 4. 27 Tabel Konversi ke CO₂, CH₄, dan N₂O(eq)/tahun

| Nama TPS3R | Jenis Gas | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O |
| Amrih Lestari 2 | 1170.444 | 1.828 | 16.742 |
| Amrih Lestari 1 | 1504.857 | 2.350 | 21.526 |
| Garda Peksi | 1058.973 | 1.653 | 15.148 |
| Ngawu Asri | 1616.327 | 2.524 | 23.120 |
| Ngudi Rejeki | 1050.613 | 1.640 | 15.028 |

4.4 Total Emisi

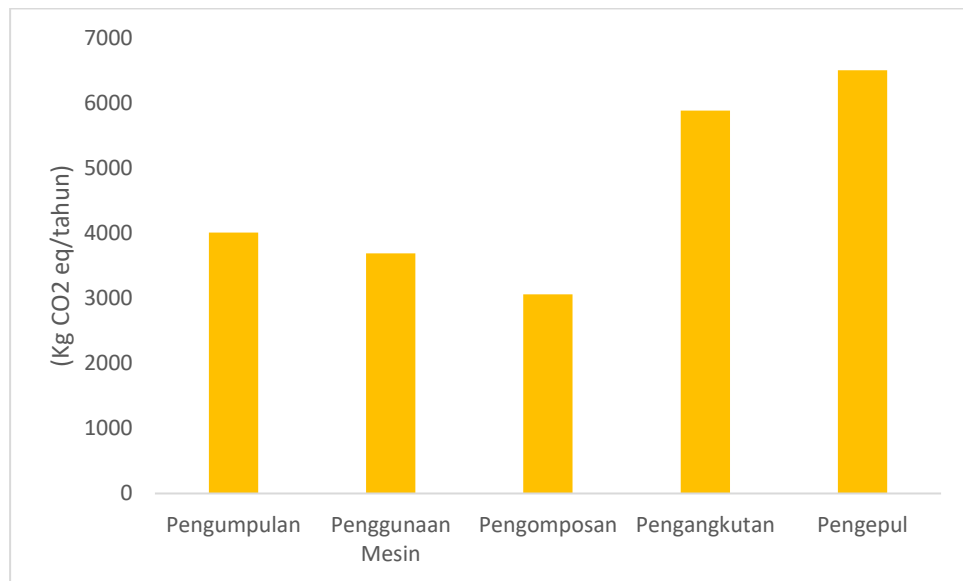
Setelah menghitung emisi gas rumah kaca dari aktivitas TPS3R, seperti pengumpulan, pengolahan, dan pengangkutan. Total emisi gas rumah kaca dari masing – masing aktivitas TPS3R selanjutnya dilakukan perbandingan. Hasil perbandingan dapat dilihat di tabel berikut.

Tabel 4. 28 Total Emisi TPS3R

| Aktivitas | CO ₂ (kg eq/tahun) | CH ₄ (kg eq/tahun) | N ₂ O (kg eq/tahun) | Total |
|------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Pengumpulan | 3,852.45 | 39.53 | 115.89 | 4,007.87 |
| Penggunaan Mesin | 3,675.95 | 4.43 | 8.13 | 3,688.51 |
| Pengomposan | 592.90 | 1,407.44 | 1,059.46 | 3,059.80 |
| Pengangkutan | 5,824.35 | 5.78 | 52.94 | 5,883.07 |
| Pengepul | 6,401.21 | 9.99 | 91.56 | 6,502.77 |

Berdasarkan hasil yang didapatkan, aktivitas pengepul menghasilkan emisi total paling besar sebesar 6.502,77 CO₂ eq/tahun. Faktor yang mempengaruhi tingginya emisi, yaitu jumlah konsumsi bahan bakar dan jarak. Menurut Kementerian ESDM (2020), peningkatan emisi ini berbanding lurus dengan peningkatan konsumsi bahan bakarnya. Menurut Wahyudi (2019) Metode pengelolaan sampah dan jumlah timbulan sampah merupakan dua faktor yang sangat berpengaruh terhadap jumlah emisi GRK.

Berikut diagram yang menunjukkan perbandingan total emisi yang dihasilkan dari masing -masing aktivitas TPS3R.



Gambar 4. 3 Perbandingan Emisi Aktivitas TPS3R

4.5 Perbandingan Aktivitas Diluar TPS 3R

4.5.1 Skenario Pembakaran

Pembakaran sampah di TPA merupakan salah satu metode pengolahan sampah yang menghasilkan emisi gas rumah kaca. Emisi yang dihasilkan dari pembakaran terbuka seperti CO₂, CH₄, dan N₂O. Dengan pembakaran secara terbuka emisi yang dihasilkan akan langsung ke udara terbuka. Skenario pembakaran ini diasumsikan sampah dari sumber langsung dilakukan pembakaran.

Tabel 4. 29 Total Timbulan Sampah Di TPS 3R

| Nama TPS3R | Timbulan Sampah (Gg/tahun) |
|-----------------|----------------------------|
| Amrih Lestari 2 | 1.132 |
| Amrih Lestari 1 | 1.095 |
| Garda Peksi | 0.730 |
| Ngawu Asri | 0.329 |
| Ngudi Rejeki | 0.292 |

A. Emisi CO₂

Contoh perhitungan emisi CO₂ plastik pada pembakaran terbuka pada TPS3R Amrih Lestari 2 menggunakan persamaan 3.10.

Tabel 4. 30 Massa Sampah

| Jenis Sampah | Massa Sampah (Gg wet) | Dry Matter Content (Dm) | Massa Sampah (Gg Dry) |
|-----------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Sisa Makanan | 0.87872 | 0.40 | 0.35149 |
| Kayu & Ranting | 0.00000 | 0.85 | 0.00000 |
| Kertas & Karton | 0.11152 | 0.90 | 0.10037 |
| Plastik | 0.08650 | 1.00 | 0.08650 |
| Logam | 0.02548 | 1.00 | 0.02548 |
| Kain/Tekstil | 0.01427 | 0.80 | 0.01141 |
| Karet & Kulit | 0.00000 | 0.84 | 0.00000 |
| Kaca | 0.00000 | 1.00 | 0.00000 |
| Lainnya | 0.01574 | 0.90 | 0.01416 |
| Total | 1.13223 | - | 0.58942 |

$$Emisi CO_2 = MSW \times \sum_j (WF_j \times dm_j \times CF_j \times OF_j) \times 44/12$$

Diketahui :

$$MSW = 0,0865 \text{ Gg}$$

$$WF_j = 1$$

$$dm_j = 1$$

$$CF_j = 0,75$$

$$OF_j = 0,58$$

$$Emisi CO_2 = 0,0865 \times \sum (1 \times 1 \times 0,75 \times 0,58) \times 44/12$$

$$Emisi CO_2 = 0,137 \text{ (Gg CO}_2\text{/tahun)}$$

Setelah mendapatkan hasil dari pembakaran plastik, kemudian dijumlahkan dengan hasil pembakaran jenis sampah lainnya. Berikut ini merupakan hasil perhitungan emisi CO₂ dari pembakaran terbuka:

Tabel 4. 31 Hasil Emisi Pembakaran TPS3R Amrih Lestari 2

| Jenis Sampah | Emisi CO ₂ (Gg/tahun) | Emisi CO ₂ (kg/tahun) |
|-----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Sisa Makanan | 0.0 | 0.0 |
| Kayu & Ranting | 0.0 | 0.0 |
| Kertas & Karton | 0.00098 | 981.90767 |
| Plastik | 0.13797 | 137971.28334 |
| Logam | 0.0 | 0.0 |
| Kain/Tekstil | 0.00243 | 2427.13881 |
| Karet & Kulit | 0.00000 | 0.00000 |
| Kaca | 0.0 | 0.0 |
| Lainnya | 0.00090 | 903.67579 |

Tabel 4. 32 Hasil Perhitungan Emisi CO₂ Dari Pembakaran Terbuka

| Nama TPS 3R | Emisi CO ₂ (kg/tahun) |
|-------------------------|----------------------------------|
| TPS 3R Amrih Lestari II | 142,284.006 |
| TPS 3R Amrih Lestari I | 137,605.421 |
| TPS 3R Garda Peksi | 91,736.948 |
| TPS 3R Ngawu Asri | 41,281.626 |
| TPS 3R Ngudi Rejeki | 36,694.779 |

B. Emisi CH₄

Contoh perhitungan emisi CH₄ dari pembakaran terbuka pada Amrih Lestari 2 menggunakan persamaan 3.11.

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

$$Emisi\ CH_4 = 1,132 \times 6.500 \times 10^{-6}$$

$$Emisi\ CH_4 = 0,00736\ (Gg/tahun)$$

Berikut ini merupakan hasil perhitungan emisi CH₄ dari pembakaran terbuka :

Tabel 4. 33 hasil perhitungan emisi CH₄ dari pembakaran terbuka

| Nama TPS 3R | Emisi CH₄ (kg/tahun) |
|-------------------------|--|
| TPS 3R Amrih Lestari II | 7,359.495 |
| TPS 3R Amrih Lestari I | 7,117.500 |
| TPS 3R Garda Peksi | 4,745.000 |
| TPS 3R Ngawu Asri | 2,135.250 |
| TPS 3R Ngudi Rejeki | 1,898.000 |

C. Emisi N₂O

Contoh perhitungan emisi N₂O dari pembakaran terbuka menggunakan persamaan 3.11.

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

$$Emisi\ CH_4 = 0,589 \times 150 \times 10^{-6}$$

$$Emisi\ CH_4 = 0,00009\ (Gg/tahun)$$

Berikut ini merupakan hasil perhitungan emisi N₂O dari pembakaran terbuka :

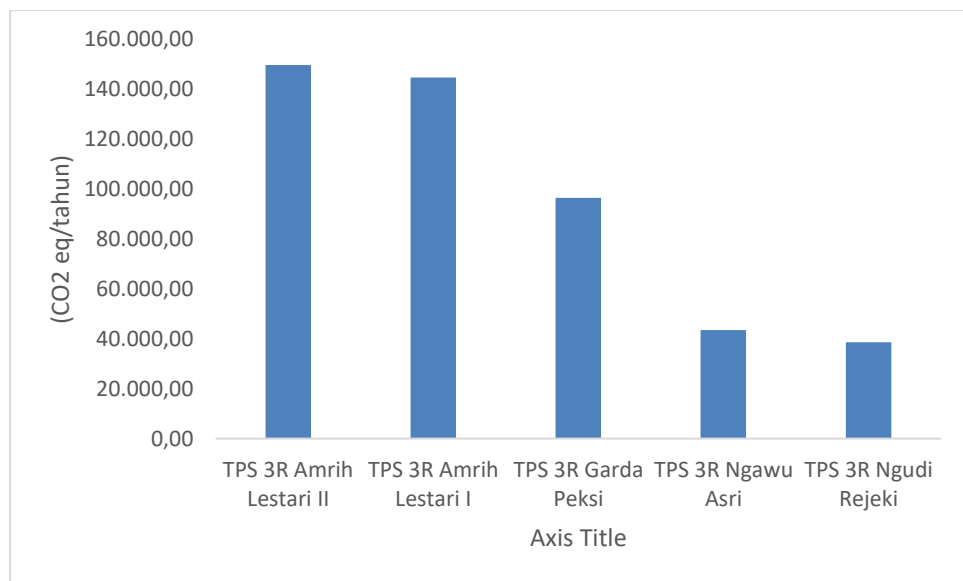
Tabel 4. 34 hasil perhitungan emisi N₂O dari pembakaran terbuka

| Nama TPS 3R | Emisi N₂O (kg/tahun) |
|-------------------------|--|
| TPS 3R Amrih Lestari II | 88.412 |
| TPS 3R Amrih Lestari I | 85.505 |
| TPS 3R Garda Peksi | 57.004 |
| TPS 3R Ngawu Asri | 25.652 |
| TPS 3R Ngudi Rejeki | 22.801 |

Berikut hasil dari perhitungan emisi dari pembakaran dan diagram yang menunjukkan perbandingan hasil emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari masing – masing TPS3R.

Tabel 4. 35 Hasil Emisi Pembakaran Terbuka

| Nama TPS 3R | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | Total |
|-------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------|
| TPS 3R Amrih Lestari II | 142,284.01 | 7,359.50 | 88.41 | 149,731.91 |
| TPS 3R Amrih Lestari I | 137,605.42 | 7,117.50 | 85.51 | 144,808.43 |
| TPS 3R Garda Peksi | 91,736.95 | 4,745.00 | 57.00 | 96,538.95 |
| TPS 3R Ngawu Asri | 41,281.63 | 2,135.25 | 25.65 | 43,442.53 |
| TPS 3R Ngudi Rejeki | 36,694.78 | 1,898.00 | 22.80 | 38,615.58 |



Gambar 4. 4 Perbandingan Total Emisi Pembakaran

Berdasarkan grafik diatas, TPS3R Amrih Lestari 2 menghasilkan emisi yang paling besar, ini terjadi karena jumlah timbulan sampah yang masuk lebih tinggi dari TPS3R lainnya. Metode pengelolaan sampah dan jumlah timbulan sampah merupakan dua faktor yang sangat berpengaruh terhadap jumlah emisi GRK (Wahyudi, 2019).

4.5.2 Skenario Pengangkutan dan Penimbunan Ke TPA

A. Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca dari Aktivitas Pengangkutan Menuju TPA

Perhitungan emisi gas rumah kaca dari aktivitas pengangkutan sampah dari lokasi TPS 3R menuju TPA menggunakan metode yang sama dengan perhitungan pengangkutan menuju pengepul. Hasil perhitungan dari emisi pengangkutan sumber menuju *landfill* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 36 Konsumsi BBM Pengangkutan ke TPA

| Nama TPS3R | Konsumsi Bahan Bakar (liter/tahun) |
|-----------------|------------------------------------|
| Amrih Lestari 2 | 44 |
| Amrih Lestari 1 | 49 |
| Garda Peksi | 48 |
| Ngawu Asri | 125 |
| Ngudi Rejeki | 33 |

Tabel 4. 37 Hasil perhitungan dari emisi pengangkutan dari sumber menuju TPA

| Nama TPS3R | Jenis Gas | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O |
| Amrih Lestari 2 | 117.044 | 0.435 | 4.526 |
| Amrih Lestari 1 | 130.978 | 0.783 | 8.148 |
| Garda Peksi | 128.191 | 0.783 | 8.148 |
| Ngawu Asri | 334.413 | 0.435 | 4.526 |
| Ngudi Rejeki | 89.177 | 0.017 | 0.181 |

B. Perhitungan Emisi gas Rumah Kaca dari Sampah yang ditimbun di TPA

Penimbunan sampah di TPA akan menghasilkan gas CH₄ akibat dari degradasi anaerobik sampah dari sampah biodegradable. Contoh perhitungan emisi CH₄ dari sampah kertas/karton dari TPS3R Amrih Lestari 2 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 38 Massa Sampah Pada Penimbunan

| Jenis Sampah | Massa Sampah (Gg/tahun) | Faktor Koreksi Metana (MCF) | Degradasi Organik Karbon (DOCi) | Frakasi DOC (DOCf) | Frakasi CH ₄ (F) | Recovery CH ₄ (Gg CH ₄) | Faktor Oksidasi (OX) |
|---------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|--|----------------------|
| Sisa Makanan | 0.878724 | 0.5 | 0.15 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.1 |
| Kayu & Jerami | 0.000000 | 0.5 | 0.43 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.1 |
| Kertas | 0.111525 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.1 |
| Plastik | 0.086502 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.1 |
| Logam | 0.025475 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.1 |
| Tekstil/Kain | 0.014266 | 0.5 | 0.24 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.1 |
| Karet & Kulit | 0.000000 | 0.5 | 0.39 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.1 |
| Kaca | 0.000000 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.1 |
| Lainnya | 0.015738 | 0.5 | 0 | 0.5 | 0.5 | 0 | 0.1 |

Emisi CH₄ (Gigagram/thn)

$$= (\text{massa sampah} \times \text{MCF} \times \text{DOCi} \times \text{DOCf} \times \text{F} \times 16/12 - \text{Recovery CH}_4 (\text{Gg})) \times (1 - \text{Faktor Oksidasi})$$

Emisi CH₄ (Gigagram/thn)

$$= (0,11 \times 0,5 \times 0,4 \times 0,5 \times 0,5 \times 16/12 - 0) \times (1 - 0,1)$$

$$\text{Emisi CH}_4 (\text{Gigagram/thn}) = 0,00669$$

Tabel 4. 39 Hasil Perhitungan Emisi Penimbunan

| Jenis Sampah | Emisi CH ₄ (Gg/tahun) | Emisi CH ₄ (kg/tahun) |
|---------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Sisa Makanan | 0.0197713 | 19,771.283 |
| Kayu & Jerami | 0.0000000 | 0.000 |
| Kertas | 0.006691 | 6,691.479 |
| Plastik | 0.000000 | 0.000 |
| Logam | 0.000000 | 0.000 |
| Tekstil/Kain | 0.0051 | 513.580 |
| Karet & Kulit | 0.000000 | 0.000 |
| Kaca | 0.000000 | 0.000 |
| Lainnya | 0.000000 | 0.000 |
| Total | 0.02698 | 26,976.342 |

Selanjutnya setelah mendapat hasil dari perhitungan emisi CH₄ dikonversikan dalam bentuk CH₄ (eq) dengan menggunakan Indeks Potensi Pemanasan Global (GWP). Nilai GWP dapat dilihat pada tabel 3.13. Contoh perhitungan konversi CO₂, CH₄, dan N₂O dapat dilihat pada tabel dibawah.

$$GWP \text{ CH}_4 = 6.6691,479 \times 27,2$$

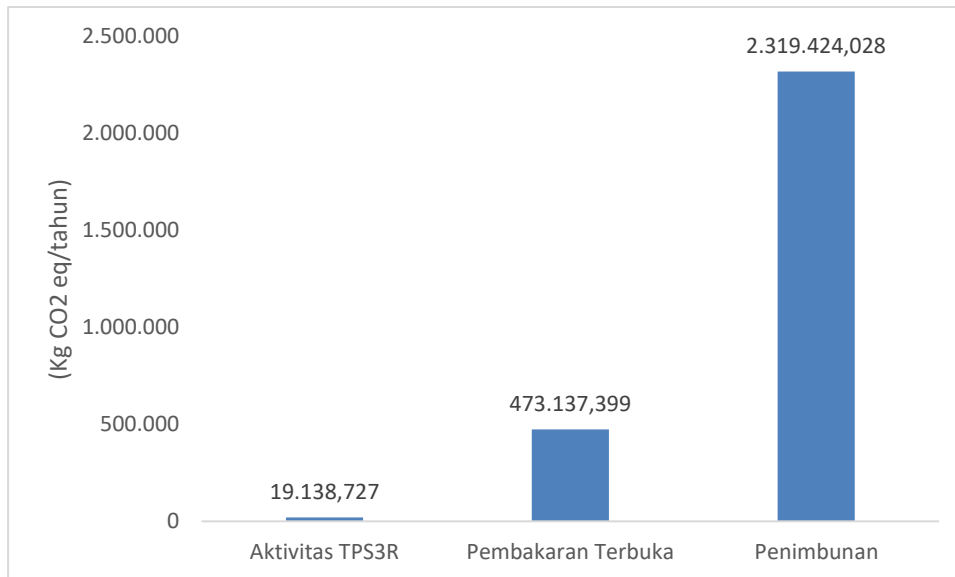
$$GWP \text{ CH}_4 = 733.756,506 \text{ (Kg eq/tahun)}$$

Hasil perhitungan emisi dari kegiatan penimbunan di TPA dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

Tabel 4. 40 Perhitungan emisi dari kegiatan penimbunan di TPA

| Nama TPS 3R | Emisi CH₄ (kg eq/tahun) |
|-------------------------|---|
| TPS 3R Amrih Lestari II | 733,756.506 |
| TPS 3R Amrih Lestari I | 709,629.116 |
| TPS 3R Garda Peksi | 473,086.078 |
| TPS 3R Ngawu Asri | 212,888.735 |
| TPS 3R Ngudi Rejeki | 189,234.431 |

4.5.3 Perbandingan Emisi Aktivitas TPS 3R dengan Skenario Penimbunan ke TPA dan Pembakaran



Gambar 4. 5 Perbandingan Skenario

Berdasarkan hasil perbandingan diatas, emisi yang paling besar dihasilkan yaitu CH₄ dari skenario penimbunan yaitu sebesar 2.318.597,320 kg CO₂ eq/tahun. hal ini dikarenakan komposisi sampah didominasi oleh sampah organik. Komposisi sampah yang sebagian besar merupakan sampah organik, mengakibatkan tingginya tingkat emisi gas CH₄ dari aktivitas penimbunan sampah (kiswandayani, dkk. 2015). Penimbunan di TPA akan banyak menghasilkan CH₄ karena proses penguraian oleh bakteri. Untuk emisi yang paling kecil yaitu dari aktivitas TPS3R dengan total emisi 19.138,727 kg CO₂ eq/tahun. dengan demikian membuktikan bahwa pengelolaan sampah dengan TPS3R menghasilkan emisi yang lebih minim dari sistem pengolahan sampah pembakaran terbuka di TPA dan penimbunan sampah di TPA.

BAB V

SARAN DAN KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan :

1. Aktivitas operasional TPS3R yang menghasilkan emisi gas rumah kaca yaitu dari aktivitas pengumpulan sampah dari nasabah ke lokasi TPS3R, pengolahan sampah dari penggunaan mesin, pengomposan, pengangkutan dari lokasi TPS3R ke gudang pengepul, pengangkutan dari gudang pengepul menuju industri. Emisi yang dihasilkan berupa gas CO₂, CH₄, dan N₂O. hal ini disebabkan karena penggunaan bahan bakar fosil.
2. Hasil estimasi gas rumah kaca dari aktivitas operasional 5 TPS3R di kabupaten Gunung Kidul dari masing – masing aktivitas, dari aktivitas pengumpulan menghasilkan emisi CO₂ sebesar 3.852,446 kg CO₂(eq)/tahun, emisi CH₄ sebesar 39,533 kg CH₄(eq)/tahun, emisi N₂O 115,892 kg N₂O(eq)/tahun. Dari aktivitas penggunaan mesin menghasilkan emisi CO₂ sebesar 3.675,953 kg CO₂(eq)/tahun, emisi CH₄ sebesar 4,435 kg CH₄(eq)/tahun, emisi N₂O 8,126 kg N₂O(eq)/tahun. Dari aktivitas pengomposan menghasilkan emisi CO₂ sebesar 592,900 kg CO₂(eq)/tahun, emisi CH₄ sebesar 1.407,437 kg CH₄(eq)/tahun, emisi N₂O 1.059,458 kg N₂O(eq)/tahun. Dari aktivitas pengangkutan menghasilkan emisi CO₂ sebesar 5.824,35 kg CO₂(eq)/tahun, emisi CH₄ sebesar 5,778 kg CH₄(eq)/tahun, emisi N₂O 52,937 kg N₂O(eq)/tahun, dan aktivitas pengepul menghasilkan emisi CO₂ sebesar 6.401,124 kg CO₂(eq)/tahun, emisi CH₄ sebesar 9,995 kg CH₄(eq)/tahun, emisi N₂O 91,564 kg N₂O(eq)/tahun.
3. Skenario penimbunan ke TPA menghasilkan emisi sebesar 2.319.424,028 kg CO₂(eq)/tahun, skenario pembakaran menghasilkan emisi sebesar 473.137,399 kg CO₂(eq)/tahun, dan aktivitas TPS3R menghasilkan emisi sebesar 19.138,727 kg CO₂(eq)/tahun. berdasarkan hasil perbandingan dari

skenario diatas, didapatkan hasil bahwa skenario penimbunan ke TPA menghasilkan emisi gas rumah kaca paling tinggi dibandingkan dengan skenario pembakaran dan aktivitas TPS3R.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan sampah mengenai pengelolaan sampah yang baik dan benar, serta cara meminimalkan sampah yang dihasilkan
2. Perlu adanya monitoring serta dukungan dari pemerintah dalam rangka keberlangsungan operasional TPS3R maupun pemeliharaan fasilitas TPS3R.
3. Perlu diperhatikan tentang pengembangan strategi dan optimalisasi operasional TPS3R untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dari operasional. Upaya ini berpotensi menciptakan strategi yang dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Gunung Kidul. (2022). Kabupaten Gunung Kidul dalam Angka 2022. Gunung Kidul: Badan Pusat Statistik.
- Damanhuri, Enri dan Tri Padmi. 2010. Pengelolaan Sampah. Diklat Kuliah. T8L-3104. Institut Teknologi Bandung (ITB). Bandung.
- KLHK (2012). Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Buku I: Pedoman Umum. Jakarta. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- KLHK (2012). Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Buku II: Volume 1 Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca. Jakarta. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. 2020. Inventarisasi Emisi GRK Bidang Energi. Jakarta.
- Kiswandayani, A. V., Susanawati, L. D., & Wirosoedarmo, R. (2015). Komposisi Sampah dan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca pada Pengelolaan Sampah Domestik : Studi Kasus TPA Winongo Kota Madiun. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 1, 9–17.
- Mikhaylov, Alexey, Nikita Moiseev, Kirill Aleshin, and Thomas Burkhardt. 2020. “Global Climate Change and Greenhouse Effect.” *Entrepreneurship and Sustainability Issues* 7 (4): 2897–2913.
- Nazlatul, Thayyibah, Shifni Wazna Auvaria, and Dyah Ratri Nurmaningsih. 2022. “Jurnal Teknologi Lingkungan Estimasi Potensi Pemanasan Global (GWP) Dalam Skenario” 23 (2): 214–21.
- Rofiq, Muhamad Nasir, and Yeni Widiawati. 2020. JUDUL BUKU : Emisi Gas Rumah Kaca Dari Peternakan Di Indonesia Dengan Metode TIER 2 IPCC (GHG ’ s Value from Livestock in Indonesia Using IPCC Tier-2) Chapter I : Akurasi Inventori Gas Rumah Kaca Dari Peternakan Menggunakan Lokal

Faktor Emisi: TIER 2

Sucipto, D. C. (2012). *Teknologi Pengolahan Daur Ulang Sampah*. Yogyakarta :

Gosyen Publishing

Sugiarto, Ari. 2019. “Pemanasan Global Sebagai Pertanda Akhir Zaman.”

AgriRxiv 2019

Sukmawati, Paramita Dwi. 2021. “The Society Based Garbage Management

Through 3R to Reduce the Amount of Garbage Pengelolaan Sampah

Berbasis Masyarakat Melalui 3R Dalam Upaya Pengurangan Jumlah

Timbulan Sampah J . *Abdimas : Community Health*” 2 (1): 11–15.

Wahyudi, J. (2019). Emisi Gas Rumah Kaca (Grk) Dari Pembakaran Terbuka

Sampah Rumah Tangga Menggunakan Model Ippc. *Jurnal Litbang: Media*

Informasi Penelitian, Pengembangan Dan IPTEK, 15(1), 65–76.

Widayat, Prama, Sri Maryanti, Nurhayani Lubis, and Safrul Rajab. 2022.

“Feasibility Study For The Development of TPS3R Waste Bank.” *ADPEBI*

International Journal of Business and Social Science 2 (1): 29–38.

Zulaikha, Anistia Prafitri. 2016. “ANALISIS PENGUNGKAPAN EMISI GAS

RUMAH KACA.” *Jurnal Akuntansi & Auditing*. Vol. 13.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Kuisisioner

FORM DATA PENELITIAN UNTUK PETUGAS/PENGELOLA TPS 3R KABUPATEN GUNUNG KIDUL

Hari/tanggal:

A. Identitas TPS 3R dan Responden

| | | | |
|----|-------------------|---|--|
| 1. | Nama TPS 3R | : | |
| 2. | Alamat Lengkap | : | |
| 3. | Nama Responden | : | |
| 4. | Jabatan | : | |
| 5. | No Telp/Hp | : | |

B. Profil TPS 3R

| | | | |
|----|------------------------------------|---|--|
| 1. | Visi | : | |
| 2. | Misi | : | |
| 3. | Waktu Operasional (Jam/Hari) | : | |
| 4. | Tahun berdiri | : | |

C. Teknis Operasional TPS 3R

C1. Pelanggan dan Sampah

1. Berapakah jumlah pelanggan TPS 3R?

Jawaban:

Sekolah : ____ unit _____ : _____
 Masyarakat : ____ rumah _____ : _____
 Kantor : ____ unit _____ : _____

2. Berapakah jumlah sampah yang masuk ke dalam TPS 3R?

Jawaban:

_____ (ton/m³)*/(hari/minggu/bulan)*

(*) Coret yang tidak diperlukan

| Bulan | Ming gu ke- | Berat Sampah (Kg) | | | | | | | |
|-------|-------------------|-------------------|------------------|---------------|---------|-------|------|-------------|----|
| | | Sisa Makanan | Kayu/Ran ting | Kertas/Karton | Plastik | Logam | Kain | Karet/Kulit | Ka |
| | 1 | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | |

3. Apakah sampah yang masuk pada TPS 3R diangkut oleh petugas?

Jawaban:

Iya
 Tidak

| | |
|---|--|
| 4. | Berapakah biaya iuran pelanggan TPS 3R? |
| Jawaban: | |
| Rp _____ / (hari/minggu/bulan)* | |
| (*) Coret yang tidak diperlukan | |
| C2. Pengangkutan | |
| 5. | Apa jenis kendaraan pengangkutan yang digunakan? |
| Jawaban: | |
| <input type="checkbox"/> Gerobak samp: : ___ unit | |
| <input type="checkbox"/> Motor : ___ unit | |
| sampah | |
| <input type="checkbox"/> Truk : ___ unit | |
| Sampah | |
| <input type="checkbox"/> _____ : ___ unit | |
| 6. | Berapa kapasitas sampah pada kendaraan pengangkut? |
| Jawaban: | |
| _____ (ton/m ³) per (tossa/ _____)* | |
| (*) Coret yang tidak diperlukan | |
| 7. | Apakah sampah sudah terpilah sejak dari sumber? |
| Jawaban: | |
| <input type="checkbox"/> Sudah | |
| <input type="checkbox"/> Belum | |
| Sudah | |
| <input type="checkbox"/> sebagian | |
| 8. | Berapakah jumlah rute pengangkutan sampah? |
| Jawaban: | |
| <input type="checkbox"/> 1 | |

2
 3

9. Bagaimanakah jadwal pengangkutan sampah yang dilakukan?

Jawaban:

Setiap hari per ru
 2 kali dalam seminggu per rute
 3 kali dalam seminggu per rute

 —

10. Ketika pengangkutan dalam satu rute sudah melebihi kapasitas pengangkutan sebelum selesai semua, apakah akan dilakukan pengangkutan kembali?

Jawaban:

Iya
 Alasan:
 Tidak
 Alasan:

11. Data jarak tempuh dan konsumsi bahan bakar kendaraan pengangkut

Jawaban:

| No. | Kendaraan | Rute | Ritasi | Jarak Tempuh | Konsumsi Bahan Bakar (Liter per (hari/minggu/bulan)) |
|-----|-----------|------|--------|--------------|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 12 | Apa jenis bahan bakar yang digunakan pada kendaraan pengangkut? | | | | | |
| . | | | | | | |
| Jawaban: | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Pertalite <input type="checkbox"/> Pertamax <input type="checkbox"/> Solar <input type="checkbox"/> _____ | | | | | | |
| 13 | Berapakah biaya bahan bakar untuk kendaraan pengangkut? | | | | | |
| . | | | | | | |
| Jawaban: | | | | | | |
| Rp _____/(hari/minggu/bulan) | | | | | | |
| C3. Mesin Pengolahan Sampah | | | | | | |
| 15 | Apa saja fasilitas yang ada pada TPS 3R ini? | | | | | |
| . | | | | | | |
| Jawaban: | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Area penerimaan <input type="checkbox"/> Area pemilahan <input type="checkbox"/> Area pencacahan <input type="checkbox"/> Area pengomposan | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> Area pengayakan <input type="checkbox"/> Area pematangan kompos <input type="checkbox"/> Area penampungan residu <input type="checkbox"/> Kantor <input type="checkbox"/> WC | | | | | | |
| Lainnya: _____ | | | | | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| 16 | Apa saja tahap pengolahan sampah yang ada pada TPS 3R ini? | | |
| <p>Jawaban:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input type="checkbox"/> Penerimaan <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Pemilahan <input type="checkbox"/> Pencacahan </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input type="checkbox"/> Pengompos a <input type="checkbox"/> pengayakan Kompos <input type="checkbox"/> pengemasan Kompos </td> </tr> </table> <p>Lainnya:</p> | | <input type="checkbox"/> Penerimaan <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Pemilahan <input type="checkbox"/> Pencacahan | <input type="checkbox"/> Pengompos a <input type="checkbox"/> pengayakan Kompos <input type="checkbox"/> pengemasan Kompos |
| <input type="checkbox"/> Penerimaan <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Pemilahan <input type="checkbox"/> Pencacahan | <input type="checkbox"/> Pengompos a <input type="checkbox"/> pengayakan Kompos <input type="checkbox"/> pengemasan Kompos | | |
| 17 | Apa saja mesin yang digunakan pada tahapan pengolahan sampah beserta spesifikasinya dan berapakah jumlah unitnya yang ada pada TPS 3R ini? | | |
| <p>Jawaban:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input type="checkbox"/> Mesin pemilahan : ____ unit Spesifikasinya a <input type="checkbox"/> Mesin : ____ unit pencacahan Spesifikasinya <input type="checkbox"/> aMesin pengompos n : ____ unit Spesifikasinya a <input type="checkbox"/> Lainnya : _____ </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input type="checkbox"/> Mesin : ____ unit pengayakan Spesifikasinya <input type="checkbox"/> Mesin Pengemasan : ____ unit Spesifikasinya </td> </tr> </table> | | <input type="checkbox"/> Mesin pemilahan : ____ unit Spesifikasinya a <input type="checkbox"/> Mesin : ____ unit pencacahan Spesifikasinya <input type="checkbox"/> aMesin pengompos n : ____ unit Spesifikasinya a <input type="checkbox"/> Lainnya : _____ | <input type="checkbox"/> Mesin : ____ unit pengayakan Spesifikasinya <input type="checkbox"/> Mesin Pengemasan : ____ unit Spesifikasinya |
| <input type="checkbox"/> Mesin pemilahan : ____ unit Spesifikasinya a <input type="checkbox"/> Mesin : ____ unit pencacahan Spesifikasinya <input type="checkbox"/> aMesin pengompos n : ____ unit Spesifikasinya a <input type="checkbox"/> Lainnya : _____ | <input type="checkbox"/> Mesin : ____ unit pengayakan Spesifikasinya <input type="checkbox"/> Mesin Pengemasan : ____ unit Spesifikasinya | | |

| | |
|---|--|
| 18 . | Berapakah rata – rata waktu penggunaan mesin – mesin tersebut? |
| <p>Jawaban:</p> <p><input type="checkbox"/> Mesin pemilahan : ____ jam per hari <input type="checkbox"/> Mesin pengayakan : ____ jam/hari</p> <p><input type="checkbox"/> Mesin pencacahan : ____ jam per hari <input type="checkbox"/> Mesin pengemasan : ____ jam/hari</p> <p><input type="checkbox"/> Mesin pengomposan : ____ jam per hari</p> <p><input type="checkbox"/> Lainnya : _____</p> | |
| 19 . | Berapakah kapasitas sampah pada masing - masing mesin? |
| <p>Jawaban:</p> <p><input type="checkbox"/> Mesin pemilahan : ____ ton <input type="checkbox"/> Mesin pengayakan : ____ ton</p> <p><input type="checkbox"/> Mesin pencacahan : ____ ton <input type="checkbox"/> Mesin pengemasan : ____ ton</p> <p><input type="checkbox"/> Mesin pengomposan : ____ ton</p> <p><input type="checkbox"/> Lainnya : _____</p> | |
| 20 . | Apakah mesin tersebut menggunakan bahan bakar? Jika iya, bahan bakar jenis apa yang digunakan pada mesin tersebut? |

Jawaban:

- Mesin pemilahan : _____
- Mesin pencacahan : _____
- Mesin pengomposan : _____
- Lainnya : _____
- Mesin pengayakan : _____
- Mesin pengemasan : _____

Rekapitulasi Data Konsumsi Bahan Bakar Penggunaan Mesin

| No. | Mesin | Durasi Penggunaan | Konsumsi Bahan Bakar | |
|-----|-------|-------------------|----------------------|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

C4. Pengomposan

21 | Metode pengomposan apa yang digunakan pada TPS 3R ini?

Jawaban:

- Open windrow
- Bata berongga
- _____
- Komposter drum
- Takakura susun

| | |
|---|--|
| 22 | Berapa lama waktu yang dibutuhkan pada tahap pengomposan? |
| . | |
| Jawaban: | |
| _____ | |
| _____ | |
| 23 | Apa saja jenis sampah organik yang digunakan dalam tahap pengomposan? |
| . | |
| Jawaban: | |
| _____ | |
| _____ | |
| 24 | Bagaimana dengan sampah organik yang tidak digunakan dalam tahap pengomposan? Apa pengolahan yang dilakukan terhadap sampah - sampah tersebut? |
| . | |
| Jawaban: | |
| _____ | |
| _____ | |
| 25 | Bagaimanakah keberlanjutan terhadap hasil pengomposan, apakah dijual ke masyarakat? |
| . | |
| Jawaban: | |
| <input type="checkbox"/> Iya <input type="checkbox"/> Tidak | |
| Keterangan: | |

D. Keterlibatan Pihak Lain

| | |
|--|---|
| 1. | Apakah sampah anorganik yang sudah dipilah diambil oleh pengepul? |
| Jawaban: <input type="checkbox"/> Iya <input type="checkbox"/> Tidak | |
| 2. | Berapakah jumlah pengepul tersebut? |
| Jawaban: _____ pengepul | |
| 3. | Siapa saja nama pengepul yang bekerjasama dengan TPS 3R ini? |
| Jawaban: Nama : No : Hp/telp Alamat : Nama : No : Hp/telp Alamat : Nama : No : Hp/telp Alamat : | |
| 4. | Berapa lamakah waktu pengambilan yang dilakukan oleh pengepul? |
| Jawaban: | |

| | |
|--|--|
| _____ (Hari/Minggu/Bulan)* (* Coret yang tidak diperlukan) | |
| 5. | Apakah terdapat bantuan operasional dari pihak lain? |
| Jawaban: <input type="checkbox"/> Pemerintah <input type="checkbox"/> Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) <input type="checkbox"/> Perusahaan <input type="checkbox"/> _____ | |
| 6. | Bantuan apakah yang ditawarkan oleh pihak tersebut? |
| Jawaban: | |

KUISIONER UNTUK PENGEPU TPS 3R KABUPATEN GUNUNG KIDUL

Hari/tanggal:

A. Identitas TPS 3R

| | | | |
|----|-------------------|---|--|
| 1. | Nama TPS 3R | : | |
| 2. | Alamat Lengkap | : | |
| 3. | No Telp/Hp | : | |

B. Pengepul

| | | | |
|---|--|---|--|
| 1. | Nama | : | |
| 2. | Alamat Lengkap | : | |
| 3. | No Telp/Hp | : | |
| 4. | Berapa lama sudah menjadi pengepul? | | |
| Jawaban : _____ (Bulan/Tahun)* (* Coret yang tidak diperlukan) | | | |
| 5. | Berapa banyak sampah yang dapat dikumpulkan dalam satu kali pengambilan? | | |

Jawaban :

_____ (Kg/Ton/Liter)

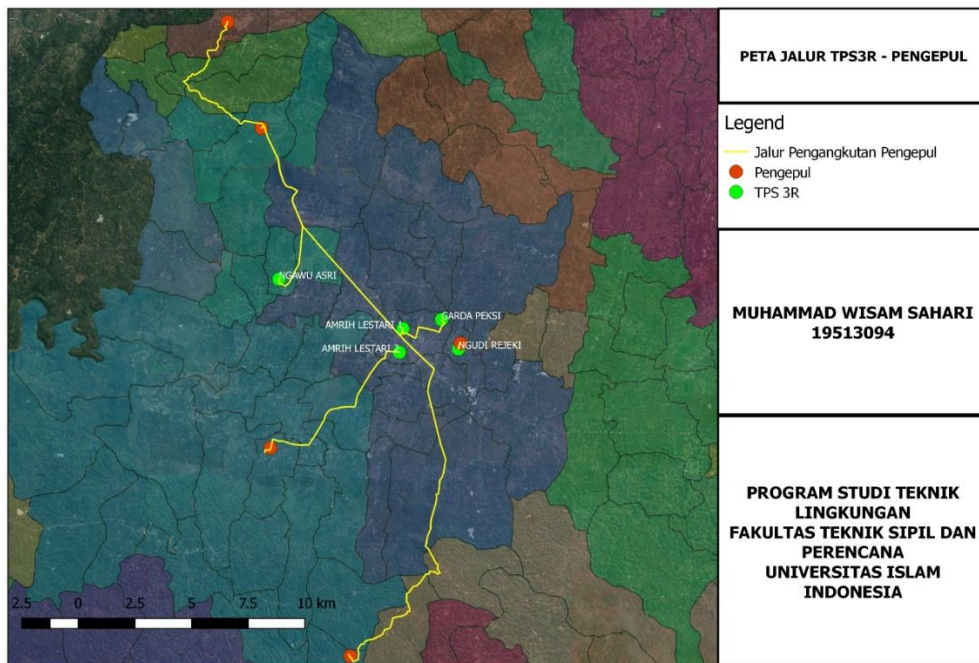
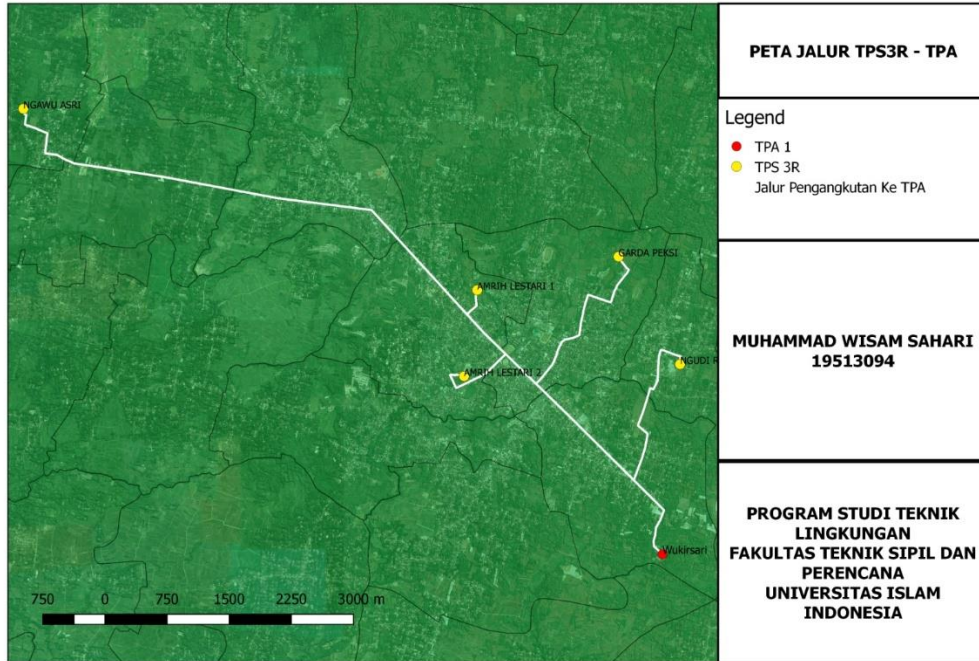
(* Coret yang tidak diperlukan)

| | |
|---|--|
| 6. | Setelah sampah diterima dari TPS 3R, kemanakah tujuan akhir dari sampah yang sudah diterima? |
| Jawaban : <input type="checkbox"/> Sesama pengepul <input type="checkbox"/> Industri <input type="checkbox"/> _____ | |

LAMPIRAN 2. Observasi dan Pengumpulan Data



LAMPIRAN 3 Peta Jalur Pengangkutan



RIWAYAT HIDUP

Muhammad Wisam Sahari adalah penulis skripsi ini. Lahir pada tanggal 1 Agustus 2000, di Sumbawa Besar Provinsi Nusa Tenggara Barat. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan pak Muhammad Zain dan bu Suratul Aini.

Penulis pertama kali masuk pendidikan di SD Negeri 4 Sumbawa Besar pada tahun 2007 dan tamat 2013. Dan tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 1 Sumbawa Besar dan tamat pada tahun 2016.

Setelah tamat di jenjang SMP, Penulis melanjutkan ke SMA Negeri 1 Sumbawa Besar dan tamat pada tahun 2019. Dan pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Universitas Islam Indonesia Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan jurusan Teknik Lingkungan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar – besarnya kepada Allah SWT atas terselesaikannya skripsi ini. Terimakasih kepada kedua orang tua dan teman – teman yang membantu dalam menuju proses ini.