

TUGAS AKHIR

**ANALISIS TIMBULAN EMISI GAS RUMAH KACA (GRK)
DARI KEGIATAN PENGOMPOSAN SAMPAH SKALA
WILAYAH DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

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



MOHAMAD MIRZA FAWWAZ

20513220

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

2024

TUGAS AKHIR

ANALISIS TIMBULAN EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) DARI KEGIATAN PENGOMPOSAN SAMPAH SKALA WILAYAH DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

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



Disusun Oleh:

**Mohamad Mirza Fawwaz
20513220**

Disetujui,
Dosen Pembimbing

Fina Binazir Maziya, S.T., M.T
NIK. 165131305
Tanggal: 25 Oktober 2024

Fajri Mulva Iresha, S.T., M.T., Ph.D
NIK. 155130507
Tanggal: 25 Oktober 2024

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.
NIK. 045130401
Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS TIMBULAN EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) DARI KEGIATAN PENGOMPOSAN SAMPAH SKALA WILAYAH DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Jum'at

Tanggal : 25 Oktober 2024

Disusun Oleh :

Mohamad Mirza Fawwaz

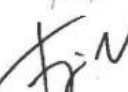
20513220

Tim Penguji :

Fina Binazir Maziya, S.T., M.T

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T. Ph.D

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

()
()
()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

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

Yogyakarta, 25 Oktober 2024

Yang membuat pernyataan,



Mohamad Mirza Fawwaz

NIM : 20513220

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karuania-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “Analisis Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Kegiatan Pengomposan Sampah Skala Wilayah di Daerah Istimewa Yogyakarta” berhasil diselesaikan. Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan 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, kemudahan, kemudahan, serta kelancaran yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Kedua orang tua saya (Alm. Bapak) serta kakak dan keluarga baik dari keluarga ibu atau bapak, yang selalu memberikan doa dan dukungan sehingga dapat menyelesaikan laporan ini.
3. Ibu Fina Binazir Mazaya, S.T., M.T selaku dosen pembimbing I dan Bapak Fajri Mulya Iresha S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing, serta memberi arahan, masukan dan dukungan dalam penelitian serta penyusunan laporan ini.
4. Seluruh dosen, staff, dan keluarga besar Teknik Lingkungan FTSP UII, yang telah memberikan ilmu serta bantuannya selama masa perkuliahan hingga masa penyusunan laporan ini.
5. Teman-teman “Zepzep” yang selalu menemani, membantu, dan mendukung selama masa perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir ini.

6. Seluruh teman-teman yang selalu memberikan doa, dukungan serta semangat kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diperlukan agar dapat menjadikan laporan tugas akhir ini menjadi lebih baik. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembacanya ataupun penelitian selanjutnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 2024

Mohamad Mirza Fawwaz

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

MOHAMAD MIRZA FAWWAZ. Analisis Timbulan Emisi Gas Rumah Kaca Dari Kegiatan Pengomposan Sampah Skala Wilayah Di Daerah Istimewa Yogyakarta. Dibimbing oleh Fina Binazir Mazaya, S.T., M.T dan Fajri Mulya Iresha S.T., M.T., Ph.D

Darurat sampah di Daerah Istimewa Yogyakarta di tahun 2024 tidak kunjung selesai dikarenakan salah satunya faktor penyebabnya yaitu TPA Piyungan yang sudah melebihi kapasitas hingga menutup. Salah satu pengelolaan sampah untuk mengurangi sampah tersebut yaitu dengan adanya TPS 3R, TPS, Bank Sampah. dan sebagainya. Dalam tempat pengelolaan tersebut juga dilakukan kegiatan meliputi pengomposan, pemilahan, dan lainnya. Kegiatan tersebut sebenarnya memiliki dampak yang buruk untuk lingkungan, salah satunya pencemaran udara meliputi emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan untuk mengetahui jumlah emisi gas rumah kaca dan dampak tersebut sampai pada daerah sekitar tempat pengelolaan. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah emisi gas rumah kaca pada setelah darurat sampah dalam salah satu pengelolaan sampah, dan kegiatan nya yaitu pengomposan di TPS 3R serta melakukan pemetaan untuk dapat mengetahui daerah yang terkena dampak emisi gas rumah kaca di sekitar tempat pengelolaan. Metode yang digunakan yaitu *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) dan *Inverse Distance Weighted* (IDW) untuk pemetaan. Hasil dari penelitan ini yaitu untuk total emisi gas rumah kaca di TPS 3R Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar 178.200 kg CO₂eq/tahun. Untuk TPS 3R Kupas dan TPS 3R Brama Muda menghasilkan emisi gas rumah kaca yang paling tinggi diantara TPS 3R lainnya yaitu sebesar 14.259 kg CO₂eq/tahun dan 11.182 kg CO₂eq/tahun. Hasil ini juga menunjukkan bahwa emisi gas rumah kaca di beberapa tempat pengelolaan mengalami fluktuasi dari kondisi sebelum darurat sampah dan sesudah darurat sampah.

Kata kunci : Darurat, Sampah, Gas rumah kaca, TPS 3R, Pengomposan.

ABSTRACT

Mohamad Mirza Fawwaz. *Analysis of Green House Gas Emissions from Regional Scale Waste Composting Activities in the Special Region of Yogyakarta*. Supervised by Fina Binazir Mazaya, S.T., M.T and Fajri Mulya Iresha S.T., M.T., Ph.D.

The waste emergency in the Special Region of Yogyakarta in 2024 has not been resolved because one of the causal factors is the Piyungan TPA which has exceeded its capacity to the point of closing. One of the waste management methods to reduce this waste is the existence of 3R Transfer Stations, Transfer Station, Waste Bank. and so on. In these management areas, activities are also carried out including composting, sorting, and others. These activities actually have a bad impact on the environment, one of which is air pollution including greenhouse gas emissions. Therefore, calculations need to be carried out to determine the amount of greenhouse gas emissions and the impacts that have reached the area around the *management* area. This study aims to calculate the amount of greenhouse gas emissions after the waste emergency in one of the waste management areas, and its activities are composting at 3R Transfer Station and to conduct mapping to find out the areas affected by greenhouse gas emissions around the management area. The methods used are the *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) and *Inverse Distance Weighted* (IDW) for mapping. The results of this study are for the total greenhouse gas emissions at TPS 3R of the Special Region of Yogyakarta of 178.200 kg CO₂eq/year. For Kupas 3R Transfer Station and Brama Muda 3R Transfer Stations produced the highest greenhouse gas emissions among other 3R Transfer Stations, namely 14.259 kg CO₂eq/year and 11.182 kg CO₂eq/year. These results also show that *greenhouse gas emissions* in several management locations fluctuate from conditions before the waste emergency and after the waste emergency.

Keywords : *Composting, Emergency, Greenhouse Gas Emissions, Waste, 3R Transfer Stations.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	i
PRAKATA.....	ii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Sampah.....	7
2.1.1 Pengertian Sampah.....	7
2.1.2 Karakteristik Sampah.....	7
2.1.3 Timbulan dan Sumber Sampah.....	7
2.1.4 Komposisi Sampah.....	8
2.2 Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R.....	8
2.2.1 Pengertian TPS 3R.....	8
2.2.2 Tujuan dan Fungsi TPS 3R.....	8
2.2.3 Kegiatan yang dilakukan TPS 3R.....	9

2.3	Gas Rumah Kaca (GRK).....	9
2.3.1	Pengertian Gas Rumah Kaca.....	9
2.3.2	Sumber dan Dampak Gas Rumah Kaca	9
2.3.3	Inventarisasi Gas Rumah Kaca	10
2.4	Kegiatan Pengolahan Sampah yang dapat menghasilkan Emisi Gas Rumah Kaca	11
2.4.1	Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah	11
2.4.2	Pengomposan	12
2.4.3	Mesin Pengolahan	13
2.5	Pemanasan Global	13
2.6	<i>Geography Information System (GIS)</i>	14
2.7	Analisis Spasial	14
2.7.1	<i>Kriging</i>	15
2.7.2	<i>Inverse Distance Weighted (IDW)</i>	15
2.8	Penelitian Terdahulu.....	15
BAB III METODE PENELITIAN.....		19
3.1	Waktu dan Lokasi.....	19
3.1.1	Validasi Data	24
3.2	Alat dan Bahan	24
3.3	Metode Pengumpulan Data	24
3.4	Prosedur Analisis Data	25
3.4.1	Kegiatan Pengelolaan di TPS 3R	27
3.4.2	Kegiatan Pengelolaan di luar TPS 3R.....	30
3.4.3	<i>Global Warming Potential (GWP)</i>	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33

4.1	Gambaran Umum TPS 3R	33
4.1.1	Kabupaten Bantul.....	33
4.1.2	Kabupaten Kulon Progo.....	34
4.1.3	Kabupaten Gunung Kidul	34
4.1.4	Kabupaten Sleman	35
4.2	Metode dan Kegiatan Pengomposan.....	37
4.3	Skenario Pengomposan	38
4.3.1	Skenario I	39
4.3.2	Skenario II.....	43
4.3.3	Skenario III.....	48
4.3.4	Perbandingan Skenario I, II, III.....	53
4.5	Analisis Spasial untuk Skenario I, II, III.....	54
4.5.1	Pemetaan Emisi Gas Rumah Kaca Metode IDW.....	55
4.5.2	Statistik Deskriptif Metode IDW	68
4.6	Validasi Data.....	73
4.7	Perbandingan Data Primer dengan Penelitian Sebelumnya	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		80
5.1	Kesimpulan	80
5.2	Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA		82

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Terdahulu.....	16
Tabel 3. 1 TPS 3R yang aktif kegiatan pengomposan	20
Tabel 3. 2 TPS 3R yang pernah aktif melakukan kegiatan pengomposan.....	20
Tabel 3. 3 Metode Pengumpulan Data.....	25
Tabel 3. 4 Faktor Emisi CH ₄ dan N ₂ O dalam Pengomposan.....	28
Tabel 3. 5 Nilai DOC tiap Komposisi Sampah.....	29
Tabel 3. 6 Nilai MCF berdasarkan Tipe TPA	31
Tabel 3. 7 Nilai OX berdasarkan Tipe TPA.....	31
Tabel 3. 8 Nilai <i>Global Warming Potential</i> (GWP)	32
Tabel 4. 1 Profil TPS 3R pada Kabupaten Bantul	33
Tabel 4. 2 Profil TPS 3R pada Kabupaten Kulon Progo	34
Tabel 4. 3 Profil TPS 3R pada Kabupaten Gunung Kidul	35
Tabel 4. 4 Profil TPS 3R pada Kabupaten Sleman	36
Tabel 4. 5 Profil TPS 3R lanjutan pada Kabupaten Sleman	36
Tabel 4. 6 Komposisi Sampah Daerah Istimewa Yogyakarta.....	38
Tabel 4. 7 Data kegiatan pengomposan pada Skenario I	39
Tabel 4. 8 Tabel Emisi GRK dan GWP GRK Skenario I	43
Tabel 4. 9 Data kegiatan pengomposan pada Skenario II.....	44
Tabel 4. 10 Tabel Emisi GRK dan GWP GRK Skenario II.....	46
Tabel 4. 11 Data massa sampah apabila tidak dikomposkan pada Skenario III ...	48
Tabel 4. 12 Tabel Emisi Total GRK GWP Penimbunan Sampah Skenario III ...	51
Tabel 4. 13 Tabel Emisi Gas Rumah Kaca Skenario I, II, III	53
Tabel 4. 14 Statistik Deskriptif Skenario I.....	72
Tabel 4. 15 Statistik Deskriptif Skenario II	72
Tabel 4. 16 Statistik Deskriptif Skenario III	72
Tabel 4. 17 Perbandingan Data Primer dan Sekunder	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kerangka berpikir penelitian	4
Gambar 3. 1 Peta Administrasi Daerah Istimewa Yogyakarta	22
Gambar 3. 2 Peta Titik Lokasi TPS 3R aktif melakukan pengomposan.....	22
Gambar 3. 3 Peta Titik Lokasi TPS 3R pernah melakukan pengomposan	23
Gambar 3. 4 Peta Semua Titik Lokasi TPS 3R.....	23
Gambar 3. 5 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4. 1 Grafik Emisi Gas Rumah Kaca Skenario I.....	43
Gambar 4. 2 Grafik Emisi Gas Rumah Kaca Skenario II	47
Gambar 4. 3 Grafik Lanjutan Emisi Gas Rumah Kaca Skenario II	48
Gambar 4. 4 Grafik Emisi Gas Rumah Kaca Skenario I, II, dan III	54
Gambar 4. 5 Pemetaan Gas Rumah Kaca Metode IDW Skenario I.....	56
Gambar 4. 6 Peta Sebaran Emisi GRK Area Merah dan Kuning	57
Gambar 4. 7 Peta Sebaran Emisi GRK Area Hijau dekat TPS 3R Kenanga Merdiko	58
Gambar 4. 8 Peta Sebaran Emisi GRK Area Hijau dekat TPS 3R Sorogenen Resik	59
Gambar 4. 9 Pemetaan Gas Rumah Kaca Metode IDW Skenario II	60
Gambar 4. 10 Peta Sebaran Emisi GRK Area Merah, Kuning, dan Hijau	61
Gambar 4. 11 Peta Sebaran Emisi GRK Area Merah, Hijau, Kuning dekat TPS 3R	62
Gambar 4. 12 Peta Sebaran Emisi GRK Area Hijau, Kuning dekat TPS 3R	63
Gambar 4. 13 Pemetaan Gas Rumah Kaca Metode IDW Skenario III.....	64
Gambar 4. 14 Peta Sebaran Emisi GRK Area Merah, Hijau, Kuning dekat TPS 3R	65
Gambar 4. 15 Peta Sebaran Emisi GRK Area Hijau, Kuning dekat TPS 3R	66
Gambar 4. 16 Peta Sebaran Emisi GRK Area Hijau dekat TPS 3R	67

Gambar 4. 17 Statistik Deskriptif Skenario I.....	69
Gambar 4. 18 Statistik Deskriptif Skenario II.....	70
Gambar 4. 19 Statistik Deskriptif Skenario III	71
Gambar 4. 20 Validasi Data Skenario II	74
Gambar 4. 21 Validasi Data Skenario III.....	75
Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan Data Primer dan Sekunder	77
Gambar 4. 23 Grafik Lanjutan Perbandingan Data Primer dan Sekunder	77
Gambar 4. 24 Data Sekunder TPS 3R.....	78
Gambar 4. 25 Data Primer Tahun 2024	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan salah satu permasalahan kompleks yang dihadapi Indonesia. Masalah ini tidak akan pernah berhenti, khususnya di kota-kota besar. Jumlah sampah, jenis, dan karakteristik sampah telah meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi, perubahan pola konsumsi, dan gaya hidup masyarakat (Fitri dkk, 2019). Volume sampah di Indonesia meningkat pesat. Produksi sampah total mencapai 67,8 juta ton pada 2020, menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) (Setiawan, 2021). Artinya, 270 juta orang memproduksi sekitar 185.753 ton sampah setiap hari, atau sekitar 0,68 kg sampah per hari. Angka ini meningkat dibandingkan tahun sebelumnya.

Permasalahan sampah juga terjadi di Daerah Istimewa Yogyakarta, yang dimana selama beberapa waktu terakhir, penumpukan sampah terjadi di sejumlah lokasi. Penumpukan tersebut salah satunya disebabkan oleh Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) di Kota Yogyakarta khususnya TPA Piyungan sudah penuh hingga tidak bisa menerima sampah yang masuk. Oleh karena itu, TPA Piyungan ditutup sejak 01 Mei 2024. Setelah ditutup, Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta masih dalam kondisi bayang-bayang akan sampah yang tidak dapat dibuang. Sampah yang berada dalam tempat pengelola sebelum dikirim ke TPA terpaksa menumpuk hingga beberapa minggu. Hingga beberapa tempat pengelolaan tidak dapat menampung, dan beberapa warga membuang di tempat pembuangan liar, seperti jalan, kebun, sungai, dan sebagainya. Dampak dari penumpukan sampah yaitu pencemaran air, pencemaran udara, dan lainnya.

Setelah mengetahui beberapa masalah tersebut, Pemerintah Kota mengambil beberapa tindakan, seperti penjadwalan depo sampah, dan sempat membuka

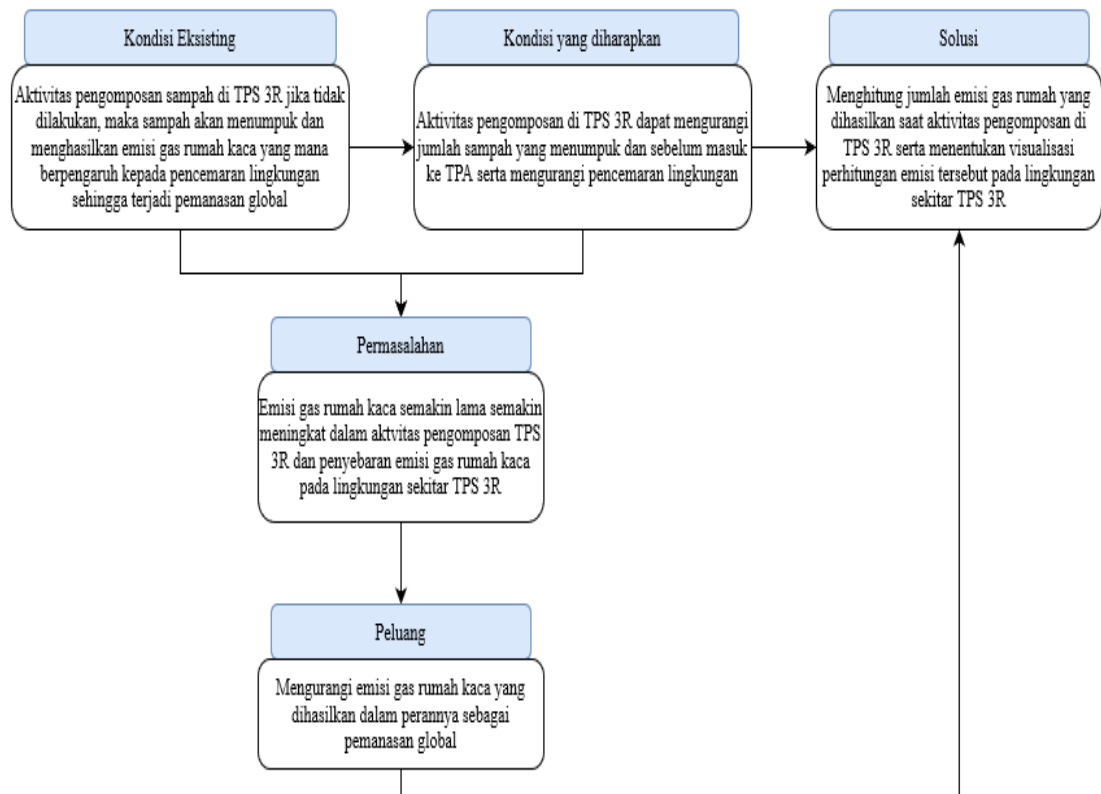
kembali TPA Piyungan selama 3 hari untuk mengatasi sementara timbunan sampah yang menumpuk tersebut. Selain dari Pemerintah Kota, warga juga sebaiknya melakukan pengelolaan sampah masing-masing sebelum diproses atau dikirimkan ke beberapa tempat pengelolaan untuk mengurangi sampah.

Namun, tindakan tersebut masih terdapat beberapa kekurangan. Oleh karena itu, solusi untuk mengurangi penumpukan sampah tersebut salah satunya dengan menerapkan beberapa kegiatan, baik di Tempat Pengelolaan Sementara (TPS) maupun TPS 3R. Kegiatan yang dilakukan seperti pengomposan, pemilahan sampah hingga kegiatan lainnya. Namun, pengelolaan sampah merupakan salah satu penyumbang emisi gas rumah kaca. Hal ini dapat dibuktikan, bahwa pengelolaan sampah menghasilkan emisi gas rumah kaca pada semua tahapan pengelolaannya, mulai dari timbunan sampah, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan sampah hingga pemrosesan akhir (Kristanto dan Koven, 2020). Dampak dari emisi gas rumah kaca tersebut yaitu terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim. Pemanasan global dan perubahan iklim telah mengakibatkan perubahan-perubahan yang cukup drastis sistem terhadap ekosistem di bumi, antara lain meningkatnya suhu rata-rata di permukaan bumi, mencairnya es sehingga permukaan air laut naik, serta perubahan jumlah dan pola presipitasi (Mustikasari. 2018).

Beberapa kabupaten di wilayah DIY sudah mempunyai TPS 3R yang jumlah pastinya yaitu lebih dari lima. Untuk kegiatan di TPS 3R tersebut tidak dapat dikelola setiap bulannya untuk dampak dari pengelolaan sampah yang dapat menghasilkan emisi gas rumah kaca. Meskipun sebenarnya emisi gas rumah kaca yang dihasilkan tersebut dapat dihitung dan dipetakan, dalam artian bahwa lokasi yang terkena gas rumah kaca baik pada TPS 3R maupun lingkungan sekitarnya menggunakan analisis spasial. Analisis spasial merupakan salah satu cara untuk manajemen lingkungan pada penelitian yang dilakukan, seperti overlay, interpolasi, dan sebagainya. Pada analisis spasial, umumnya menggunakan teknologi *Geography Information Sytem* (GIS). Dengan GIS, data yang dihasilkan dapat diolah, disimpan serta divisualisasikan sesuai dengan yang diharapkan.

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu wilayah yang sudah melaksanakan pengelolaan sampah yang dihasilkan dan juga mengerti akan dampak dari pengelolaan tersebut, khususnya untuk lingkungan. Maka direncanakan penelitian dengan judul “Analisis Timbulan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Dari Kegiatan Pengomposan Sampah Skala Wilayah Di Daerah Istimewa Yogyakarta”. Penelitian ini dilakukan untuk mengestimasi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dalam kegiatan pengelolaan sampah di TPS 3R Daerah Istimewa Yogyakarta, dan menganalisis kondisi spasial pada sekitar TPS 3R tersebut untuk digambarkan dalam GIS. Untuk metode yang digunakan dalam menghitung emisi gas rumah kaca akan bergantung pada kegiatan di TPS 3R, khususnya kegiatan pengomposan sampah yang mengacu pada IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Sedangkan, untuk menganalisis spasial pada sekitar TPS 3R tersebut menggunakan GIS dengan interpolasi.

Berikut merupakan kerangka berpikir dalam penelitian ini:



Gambar 1. 1 Kerangka berpikir penelitian

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah pada penelitian sebagai berikut :

1. Apa kegiatan pengomposan dan metode pengomposan yang digunakan di TPS 3R dalam wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta?
2. Bagaimana jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan pengomposan, serta divisualisasikan ke dalam GIS?
3. Bagaimana jumlah emisi gas rumah kaca pada sebelum, dan sesudah darurat sampah di Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY)?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui kegiatan dan metode pengomposan sampah di TPS 3R dalam wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Mengidentifikasi jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan pengomposan sampah TPS 3R., dan divisualisasikan ke dalam *Geography Information System (GIS)*.
3. Mengidentifikasi jumlah emisi gas rumah kaca pada kondisi sebelum, dan sesudah darurat sampah dalam wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi mengenai kegiatan dan metode pengomposan sampah di TPS 3R dalam wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Memberikan informasi mengenai jumlah emisi gas rumah kaca dari kegiatan pengomposan TPS 3R dan divisualkan dalam GIS.
3. Memberikan informasi mengenai jumlah emisi gas rumah kaca pada kondisi sebelum dan sesudah darurat sampah dalam wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian dilakukan pada 27 lokasi TPS 3R Daerah Istimewa Yogyakarta yang melakukan kegiatan pengomposan.
2. Parameter pengomposan yang digunakan yaitu sampah yang dapat dikomposkan dan sampah yang tidak dapat dikomposkan.
3. Data Primer berupa wawancara dan kuisioner yang berasal dari observasi
4. Data Sekunder diperoleh dari studi literatur seperti jurnal, buku-buku, laporan, website resmi, dan lain-lain.
5. Menghitung emisi gas rumah kaca menggunakan metode *IPCC*.

6. Pemodelan GIS berdasarkan perhitungan emisi gas rumah kaca, yang dimana menggunakan pemodelan data spasial dengan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

2.1.1 Pengertian Sampah

Sampah menurut Undang-Undang No 18 Tahun 2008 didefinisikan sebagai sisa dari proses alam dan kegiatan sehari-hari manusia yang berbentuk padat. Setiap individu, kelompok orang, dan badan hukum menghasilkan sampah. Sampah umumnya dikelompokkan berdasarkan sumbernya, pengolahannya, dan cara penanganan.

2.1.2 Karakteristik Sampah

Karakteristik sampah dapat dilihat dengan cara memilah sampah tersebut berdasarkan jenis dan sumber. Selain itu, karakteristik sampah juga dapat digolongkan menurut fisik dan kimia. Contoh karakteristik fisik antara lain seperti densitas, kadar air, nilai kalor, dan sebagainya. Sedangkan untuk karakteristik kimia yaitu *Carbon, Nitrogen, Phospour, Oxygen, Hydrogen*, dan lain-lain.

2.1.3 Timbulan dan Sumber Sampah

Timbulan dapat dinyatakan dengan volume, dan Indonesia menerapkan dalam satuan volume (Damanhuri, 2010). Timbulan tersebut sangat berhubungan dengan sistem pengelolaan sampah yang sudah berjalan hingga sekarang. Data timbulan sampah dapat mengalami perbedaan setiap tahunnya. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya jumlah penduduk, tingkat pertumbuhan, dan sebagainya. Data dari timbulan tersebut dapat digunakan untuk perencanaan pengelolaan sampah kedepannya, seperti rancangan rute pengangkutan, fasilitas peralatan, dan sebagainya. Sejak tahun 2008, sudah mulai diterapkan program pengelolaan sampah, yaitu 3R (*Reduce*,

Reuse, Recycle) untuk menurunkan kuantitas timbunan sampah yang masuk dan residu yang berakhir di TPA.

Timbunan sampah tersebut terdiri dari berbagai macam jenis sampah dan dibedakan berdasarkan sumbernya. Sumber sampah dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu sampah domestik dan non domestik. Sampah domestik yaitu sampah berasal dari wilayah pemukiman, sedangkan sampah non domestik yaitu sampah berasal dari luar wilayah pemukiman. Timbunan sampah pada Daerah Istimewa Yogyakarta semakin meningkat setiap tahunnya.

2.1.4 Komposisi Sampah

Selain sumber, timbunan, dan karakteristik, sampah, sampah juga dilihat dari komposisinya. Komposisi sampah dicontohkan seperti sampah organik, kertas, logam, dan sebagainya. Dengan mengetahui komposisi sampah, kita dapat menentukan metode pengolahan yang paling efisien untuk diterapkan dalam proses pengolahan berikutnya.

2.2 Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R

2.2.1 Pengertian TPS 3R

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 3 Tahun 2013 menetapkan bahwa TPS 3R adalah tempat dilaksanakannya kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, pendauran ulang, dan pengolahan skala area. TPS 3R berfokus dalam mengurangi volume berdasarkan karakteristik sampah yang nantinya akan diproses di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir).

2.2.2 Tujuan dan Fungsi TPS 3R

TPS 3R bertujuan untuk meningkatkan komitmen pemerintah daerah terhadap pelaksanaan TPS 3R, meningkatkan pemahaman dan kesadaran tentang pengelolaan sampah, menyediakan prasarana dan sarana pengelolaan sampah yang berkualitas tinggi, mengurangi beban pengolahan sampah yang diproses di TPA, dan meningkatkan kelembagaan masyarakat. Dengan demikian, TPS 3R

berusaha untuk mengurangi sampah sejak dari sumbernya (Kementrian PUPR, 2020).

2.2.3 Kegiatan yang dilakukan TPS 3R

Kegiatan yang dilakukan TPS 3R yaitu mengumpulkan sampah terpilah, untuk pengumpulan umumnya dilakukan dengan gerobak manual atau motor. Agar sampah dapat terpilah dengan baik, TPS harus memiliki sekat. Selain itu, beberapa pengolahan yang dilakukan TPS 3R yaitu mulai dari pemilahan, pengolahan sampah organik, pengumpulan sampah anorganik yang nantinya dapat didaur ulang, pemadatan ataupun pencacahan sampah anorganik, serta pengangkutan sampah ke TPA. Sampah organik diproses menjadi kompos dan produk lainnya. Sedangkan sampah anorganik dilakukan daur ulang untuk dikumpulkan lalu diolah menjadi produk yang bernilai ekonomis, dan menjual produk tersebut.

2.3 Gas Rumah Kaca (GRK)

2.3.1 Pengertian Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca adalah gas yang berada di atmosfer, memiliki sifat menyerap, dan memancarkan radiasi infra merah dari sinar matahari. Peningkatan gas rumah kaca pasti memiliki dampak pada perubahan iklim dikarenakan suhu permukaan bumi meningkat.

2.3.2 Sumber dan Dampak Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca dapat berupa karbon dioksida (CO_2), nitrogen oksida (N_2O), metana (CH_4), gas – gas terflorinasi (HCFs, PFCs, SF_6) kelompok aldehyd, ozon (O_3), dan uap air. Emisi gas rumah kaca ini sebagian besar berasal dari pengelolaan sampah. Emisi gas rumah kaca dapat memberikan dampak terhadap lingkungan yakni berupa pemanasan global, pencairan gletser dan lapisan es, kenaikan muka air laut, dan pengasaman air laut.

2.3.3 Inventarisasi Gas Rumah Kaca

Inventarisasi emisi adalah kumpulan data kuantitas mengenai pencemaran udara dari semua sumber di suatu wilayah geografis selama periode waktu tertentu. Inventarisasi emisi mencakup informasi tentang semua sumber emisi beserta lokasi, ukuran, frekuensi, durasi waktu, serta kontribusi relatif emisi. Selain itu, inventarisasi emisi juga bermanfaat untuk mengukur beban pencemar udara, mengukur perubahan kualitas udara yang digunakan sebagai data dasar untuk perencanaan atau pengelolaan udara yang lebih bersih, pembuatan peraturan perundangan di bidang lingkungan, serta pemodelan kualitas udara khususnya model dispersi udara (KLH, 2012).

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) merupakan sebuah organisasi yang dibentuk oleh PBB pada tahun 1998. IPCC memiliki pedoman, pedoman tersebut memberikan informasi metodologi untuk memperkirakan emisi antropogenik level nasional dari sumber hingga penyerapan oleh GRK. (Lundie et al., 2009). Pedoman pertama kali yang digunakan yaitu *Revised 1996 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Namun, seiring bertambahnya waktu dan pengetahuan, IPCC menyusun kembali, memperbaiki, serta mengakomodasi metode yang telah disusun sebelumnya menjadi IPCC 2006 C Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories yang terdiri dari lima volume (KLH, 2012).

Pemilihan ini digunakan untuk mengetahui ketelitian metode dalam inventarisasi GRK diketahui dengan istilah *Tier*. Tier dikaitkan dengan data yang diketahui dan penggunaan metode perhitungan yang akan dijelaskan dibawah ini :

- Tier 1:

Untuk Tier 1, perhitungan tingkat emisi Gas Rumah Kaca menggunakan sebagian besar data kegiatan dan parameter default IPCC 2006.

- Tier 2:

Untuk Tier 2, perhitungan tingkat emisi Gas Rumah Kaca menggunakan beberapa parameter default, tetapi tetap membutuhkan data kegiatan dan

parameter terkait dengan kualitas yang lebih baik.

- Tier 3:

Untuk Tier 3, perhitungan tingkat emisi Gas Rumah Kaca berdasarkan pada data kegiatan spesifik suatu negara (dengan melihat Tier 2) dan menggunakan salah satu metoda dengan parameter kunci yang dikembangkan secara nasional atau pengukuran yang diturunkan dari parameter-parameter spesifik-suatu negara.

Pemilihan tier untuk emisi Gas Rumah Kaca ditentukan oleh data yang tersedia serta tingkat kemajuan negara dalam suatu penelitian. Selain itu, untuk perhitungan dengan Tier 1 digunakan apabila suatu wilayah tidak memiliki data persampahan yang *real* sehingga data menggunakan nilai tetapan yang telah tersedia dalam IPCC. Sedangkan Tier 2 digunakan apabila data lapangan telah tersedia untuk meminimalisir tingkat ketidakpastian (Purwanta, 2019). Indonesia masih menggunakan Tier 1 untuk sumber emisi sektor atau kegiatan kunci pada perhitungan emisi Gas Rumah Kaca.

2.4 Kegiatan Pengolahan Sampah yang dapat menghasilkan Emisi Gas Rumah Kaca

2.4.1 Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah

Pengumpulan sampah merupakan kegiatan penanganan sampah yang menggunakan teknis pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber ke tempat pengelolaan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu. Sarana yang digunakan berupa gerobak sampah, motor sampah, dan/atau sebagainya. Untuk hal yang dapat diperhatikan adalah sampah tersebut harus dipastikan tetap terkungkung dalam wadahnya.

Pengangkutan sampah merupakan kegiatan membawa sampah dari lokasi pemindahan seperti TPS menuju tempat Pembuangan Akhir (TPA). Dalam hal ini, metode pengangkutan serta peralatan yang akan digunakan bergantung pada model pengumpulan yang dibutuhkan.

Sarana transportasi yang digunakan dalam kegiatan pengumpulan sampah dan pengangkutan sampah yaitu menggunakan bahan bakar fosil. Bahan bakar tersebut dapat menghasilkan gas karbondioksida (CO₂) yang merupakan salah satu jenis gas rumah kaca. Dalam perhitungan emisi gas rumah kaca, jumlah bahan bakar tersebut dipengaruhi oleh jarak tempuh kendaraan yang digunakan.

2.4.2 Pengomposan

Pengomposan adalah salah satu bentuk pengolahan sampah organik pada TPS 3R. Sampah tersebut dapat dimanfaatkan kembali, dengan cara degradasi dan dilakukan pengomposan. Degradasi membutuhkan mikroorganisme dalam mendukung terbentuknya kompos yang bernilai tinggi, dan sebisa mungkin tidak menimbulkan bau. Namun, mikroba mempunyai kemampuan untuk mengubah suatu senyawa menjadi senyawa lain dalam rangka mendapatkan energi dan nutrien. Berikut merupakan jenis pengomposan:

2.4.2.1 Pengomposan menggunakan oksigen

Pengomposan menggunakan oksigen merupakan penguraian bahan organik secara biologis yang berupa CO₂ dan air. Contoh pengomposan seperti Fermentasi *Effective Microorganisms* (EM4), Bokashi, Takakura, *Vermicomposting*, Open Windrow, dan sebagainya. Hasil akhir pengomposan ini adalah CO₂, H₂O, unsur hara, dan sebagian *humus* (*humus* merupakan tanah yang terbentuk dari tumbuhan atau hewan yang sudah lama membusuk).

Pengomposan ini memiliki kelebihan diantaranya proses nya lebih cepat, mudah dalam pengoperasian, menghasilkan kompos yang kaya akan kandungan nutrisi, dan tidak menghasilkan gas metaana yang berbahaya. Selain kelebihan, kekurangan dari pengomposan ini yaitu perlunya pemantauan dan pengadukan secara berkala, karena apabila kekurangan oksigen mengakibatkan mikroorganisme mati dan dapat digantikan oleh mikroorganisme lain yang dapat menghasilkan gas metana.

2.4.2.2 Pengomposan tidak menggunakan oksigen

Pengomposan ini merupakan penguraian secara biologis yang hasil akhirnya yaitu adalah metana (CH_4), CO_2 , dan sejumlah senyawa di antaranya asam organik. Contoh pengomposan seperti Biogas.

Pengomposan ini memiliki kelebihan, yaitu menghasilkan energi (biogas) yang dapat dimanfaatkan. Selain kelebihan, kekurangan dari pengomposan ini yaitu panas yang dihasilkan cukup tinggi, menghasilkan bau yang tidak sedap, dan membutuhkan biaya yang cukup besar.

2.4.3 Mesin Pengolahan

Pada kegiatan pengolahan TPS 3R, terdapat beberapa proses yang digunakan untuk menyesuaikan jenis sampahnya. Kegiatan tersebut dapat berupa kegiatan pemilahan, pencacahan, dan sebagainya. Untuk kegiatan pemilahan, dilakukan dengan manual ataupun dengan mesin untuk mempermudah proses pemilahan (Marlena dkk, 2020).

Selain itu, pada kegiatan pencacahan menggunakan mesin pencacah untuk mencacah plastik dalam bentuk tertentu seperti butiran, biji, serbuk, pecahan. Namun, mesin-mesin tersebut nantinya dapat menghasilkan emisi gas rumah kaca dikarenakan bahan bakar yang digunakan dalam penggunaan mesin tersebut.

2.5 Pemanasan Global

Pemanasan global merupakan suatu proses penyerapan panas matahari oleh lapisan atmosfer bumi, lalu dipantulkan kembali ke luar angkasa dalam bentuk sinar infra merah. Dampak dari pemanasan ini sangat bervariasi. Berikut merupakan dampak yang berpengaruh dengan kehidupan manusia, diantaranya pengaruh cuaca, kenaikan permukaan laut makhluk hidup terancam kepunahan, gagal panen dalam produksi pertanian, dan peningkatan intensitas terjadinya badai (Nik, 2022).

Dengan banyaknya dampak yang berbahaya yang dapat ditimbulkan. Oleh karena itu, harus dilakukan tindakan agar segera mengurangi peningkatan pemanasan global. Tindakan yang dapat mencegah terjadinya pemanasan global, diantaranya melakukan reboisasi, mengurangi penggunaan kendaraan pribadi, tidak menebang pohon sembarangan, membangun rumah dengan ventilasi cukup, mengurangi kegiatan pengelolaan sampah yang berpotensi meningkatkan emisi gas rumah kaca (Nik, 2022).

2.6 Geography Information System (GIS)

Sistem Informasi Geografis atau *Geographic Information System* adalah sistem yang didesain untuk menangkap, menyimpan, menganalisa, mengatur dan menampilkan semua data geografis (Irwansyah, 2013).

Sistem informasi geografis memiliki beberapa kajian seperti analisis spasial, penyusunan data, dan pemodelan spasial. Model spasial merupakan model suatu data yang memiliki informasi spasial dan menjadi fokus utama. Berdasar pada pengertian model spasial, pemodelan spasial berarti memodelkan suatu fenomena spasial. Pemodelan spasial dapat dilakukan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG), secara analog maupun digital.

2.7 Analisis Spasial

Analisis Spasial merupakan suatu teknik yang menggunakan hitungan dan evaluasi logika terhadap data spasial dalam rangka untuk mendapatkan nilai tambah atau informasi baru yang beraspek spasial. Data spasial merupakan data yang berkaitan dengan lokasi berdasarkan geografi yang terdiri dari lintang-bujur dan wilayah. Analisis data spasial tidak dapat dilakukan secara global, artinya setiap lokasi mempunyai karakteristik sendiri. Sebagian besar, untuk pendekatan analisisnya disajikan dalam bentuk peta tematik. Peta tematik juga disebutkan sebagai peta statistik yang menghasilkan gambaran penggunaan ruangan pada tempat tertentu sesuai dengan tema yang diinginkan (Rahmawati, 2015).

Pemodelan GIS bertujuan untuk menemukan pola spasial yang cocok untuk penggunaan lahan mendatang berdasarkan kendala, preferensi, atau prediksi yang tepat dari berbagai macam parameter dan kegiatan. Pemodelan disini juga dapat berupa secara interpolasi, kuantitatif, dan sebagainya. Yang digunakan sekarang yaitu interpolasi spasial. Interpolasi spasial jenisnya dibagi menjadi 2, yaitu :

2.7.1 Kriging

Kriging merupakan metode interpolasi secara geostatistik dengan menghitung nilai jarak antar obyek dan korelasi spasialnya (Jensen, 2013). Korelasi spasial dapat divisualisasikan melalui Semivariogram, Nugget, Sill, dan Range. Beberapa variabel tersebut ditujukan sebagai dasar dalam model untuk menginterpolasi nilai. Kriging secara umum memiliki beberapa jenis, diantaranya yaitu Ordinary Kriging dan Universal Kriging. Ordinary Kriging merupakan jenis kriging yang lebih mengedepankan pada korelasi spasial , sedangkan Universal Kriging merupakan jenis yang mengasumsikan data memiliki trend.

2.7.2 Inverse Distance Weighted (IDW)

Metode Inverse Distance Weighted (IDW) merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Nilai interpolasi pada metode ini akan lebih mirip pada data sampel yang titik nya lebih dekat dibandingkan dengan yang lebih jauh. Metode ini umumnya digunakan dalam industri seperti industri pertambangan.

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan salah satu hal yang diperlukan sebagai data pendukung. Penelitian ini juga digunakan sebagai pembandingan antara hasil penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan saat ini. Berikut merupakan beberapa hasil dari penelitian terdahulu yang sudah dilakukan, dan digunakan sesuai dengan topik ini, dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil Penelitian
1	Hanisah, Mifta (2021)	Analisis Spasial Potensi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Konsumsi Energi Skala Rumah Tangga Daerah Sub Urban Kota Medan	Menghitung nilai emisi Gas Rumah Kaca dari Konsumsi Energi Skala Rumah Tangga, dan menganalisis spasial dengan proses overlay menggunakan perangkat lunak.	Dari penggunaan BBM untuk transportasi sebesar 120.323.400 ton CO ₂ eq/Tahun. Dari penggunaan listrik sebesar 368.958.852 ton CO ₂ eq/Tahun. Total emisi gas rumah kaca dari sektor energi skala rumah tangga adalah 508.694.533 Ton CO ₂ eq/Tahun. lasifikasi emisi pada software dengan semakin gelap warnanya, semakin tinggi konsentrasi CO ₂ dan semakin terang semakin rendah emisi CO ₂ .
2	Aning Sekar Wiguna, S.T. (2023)	Studi Emisi Gas Rumah Kaca Pada Aktivitas Operasional TPS 3R di Kabupaten Bantul, Yogyakarta	Mengidentifikasi aktivitas TPS 3R Kabupaten Bantul, serta menghitung emisi gas rumah kaca pada aktivitas TPS 3R Kabupaten Bantul.	Potensi emisi gas rumah kaca berasal dari beberapa aktivitas TPS 3R, seperti operasional dalam penggunaan mesin, aktivitas pengepul, penggunaan listrik, lalu pengangkutan yang dimana menggunakan bahan bakar. Untuk emisi gas rumah kaca yang dihasilkan sebesar 141.841,04 kg CO ₂ eq/tahun dengan emisi gas rumah kaca pada kegiatan pengomposan yaitu sebesar 13.091,18 kg

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil Penelitian
				CO ₂ eq/tahun. Hasil tersebut dari 5 TPS 3R Kabupaten Bantul.
3	Pattiasina, Tondobala, Lakat. (2018)	Analisis Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Berbasis Geography Information System (GIS) di Kota Tomohon	Mengetahui tahapan pemilihan lokasi TPA menggunakan GIS, menggunakan faktor penentu dalam pemilihan Lokasi TPA, dan diperoleh alternatif lokasi TPA.	Kriteria pemilihan Lokasi TPA ada tiga tahap, yaitu buffering dan overlay menggunakan GIS, melakukan skoring, dan memilih rekomendasi Lokasi TPA terbaik. Selain itu, terdapat beberapa parameter dalam pemilihan seperti parameter rawan bencana gunugn api, dan sebagainya. Yang terakhir, ditemukan alternatif Lokasi TPA yang Dimana berdekatan dengan TPA eksisting Tomohon.
4	Wahyu Eka Romawati (2018)	Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca Dari Sampah Rumah Tangga Di Kecamatan Bulak, Kota Surabaya Dengan Metode IPCC	Mengestimasi emisi GRK dari sampah rumah tangga dengan menggunakan metode IPCC dan menentukan beberapa strategi kebijakan pengelolaan sampah untuk mengurangi emisi Gas Rumah Kaca.	Emisi gas rumah kaca dari sampah rumah tangga dihasilkan paling besar pada skenario satu (sampah yang belum terkelola yaitu dibakar secara terbuka) sebesar 616,54 ton CO ₂ eq, lalu yang paling kecil pada skenario tiga (massa sampah ke TPA dapat dikurangi melalui daur ulang dan pengomposan) sebesar 321,84 ton CO ₂ eq. Strategi kebijakan dengan penambahan arana

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Hasil Penelitian
				persampahan di Kecamatan Bulak serta penyediaan rumah kompos skala kawasan.
5	Friesca, Naniek. (2020)	Identifikasi Potensi Gas Rumah Kaca Dengan Metode IPCC (Studi Kasus Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Kecamatan Rungkut Surabaya)	Memperkirakan emisi gas CO ₂ , N ₂ O, dan CH ₄ pada sampah rumah tangga menggunakan metode IPCC didasari dengan tiga skenario yang mengacu pada kebijakan dan strategi nasional pengurangan sampah rumah tangga.	Emisi gas rumah kaca paling besar dihasilkan pada skenario dua (adanya upaya reduksi sebesar 30%) sebesar 0,22538 Gg/tahun untuk emisi CO ₂ , 0,00169 Gg/tahun untuk emisi N ₂ O, dan 0,07873 Gg/tahun. Sedangkan paling kecil dan terbaik dihasilkan pada skenario 3 (kondisi ideal) dikarenakan adanya upaya reduksi yang dilakukan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi

Lokasi penelitian dilaksanakan di TPS 3R yang berlokasi di Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei – Juni tahun 2024. Berdasarkan Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2023, Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki 49 TPS 3R. Namun, lokasi yang digunakan untuk penelitian hanya 27 TPS 3R, dalam 4 Kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta, tidak termasuk Kota Yogyakarta sendiri, yang disebabkan Kota Yogyakarta sedang dalam program *desentralisasi*. Penentuan lokasi tersebut berfokus pada TPS 3R yang hanya dapat melakukan kegiatan pengomposan pada saat sekarang.

Selain itu, juga dilakukan analisis spasial yang ditujukan untuk mengolah, serta menganalisis informasi geografis pada beberapa TPS 3R tersebut. Analisis spasial ini berbasis *Geography Information System* (GIS). Penentuan analisis spasial dalam GIS ini menggunakan interpolasi dengan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). Metode IDW merupakan metode sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Titik-titik pada dekat lokasi akan diberi bobot yang lebih besar dibandingkan yang terletak lebih jauh.

Waktu yang dilaksanakan pada pukul 10.00 – 16.00. Berikut merupakan data TPS 3R yang akan dilakukan penelitian :

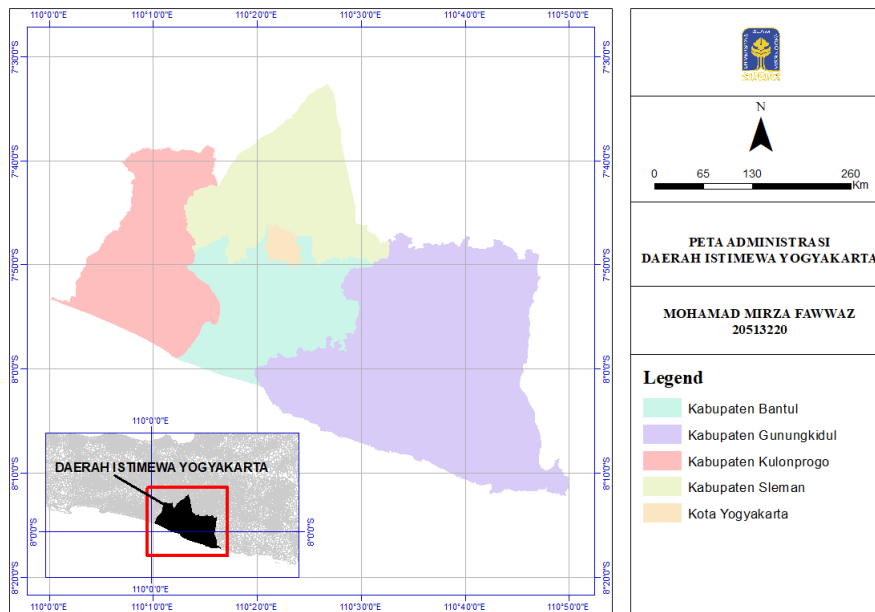
Tabel 3. 1 TPS 3R yang aktif kegiatan pengomposan

No	Daftar TPS 3R	Alamat	Kabupaten/Kota
1	TPS 3R Sampurna Asih	Desa Dayakan, Kecamatan Pengasih.	Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2	TPS 3R Sorogenen Resik	Desa Purwomartani, Kecamatan Kalasan.	Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
3	TPS 3R Kenanga Merdiko	Desa Merdikokerjo, Kecamatan Tempel.	Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

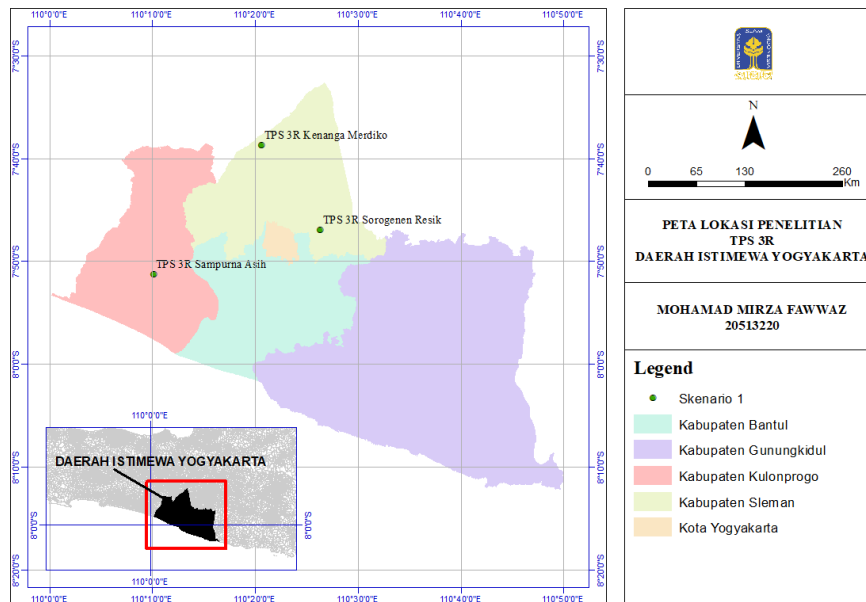
Tabel 3. 2 TPS 3R yang pernah aktif melakukan kegiatan pengomposan

No	Daftar TPS 3R	Alamat	Kabupaten/Kota
1	TPS 3R Kupas	Desa Panggungharjo, Kecamatan Sewon.	Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2	TPS 3R Migunani	Desa Tambak, Kecamatan Mojongso.	Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
3	TPS 3R Agung Gumilang	Desa Kaliagung, Kecamatan Sentolo.	Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
4	TPS 3R Budi Redi Adi Menoreh	Desa Ngargosari, Kecamatan Samigaluh.	Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
5	TPS 3R Ngawu Asri	Desa Ngawu, Kecamatan Playen.	Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.
6	TPS 3R Garda Peksi	Desa Tawasari, Kecamatan Wonosari.	Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.
7	TPS 3R Ngudi Rejeki	Desa Selang, Kecamatan Wonosari.	Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.
8	TPS 3R Barokah	Desa Nglanggeran, Kecamatan Patuk.	Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

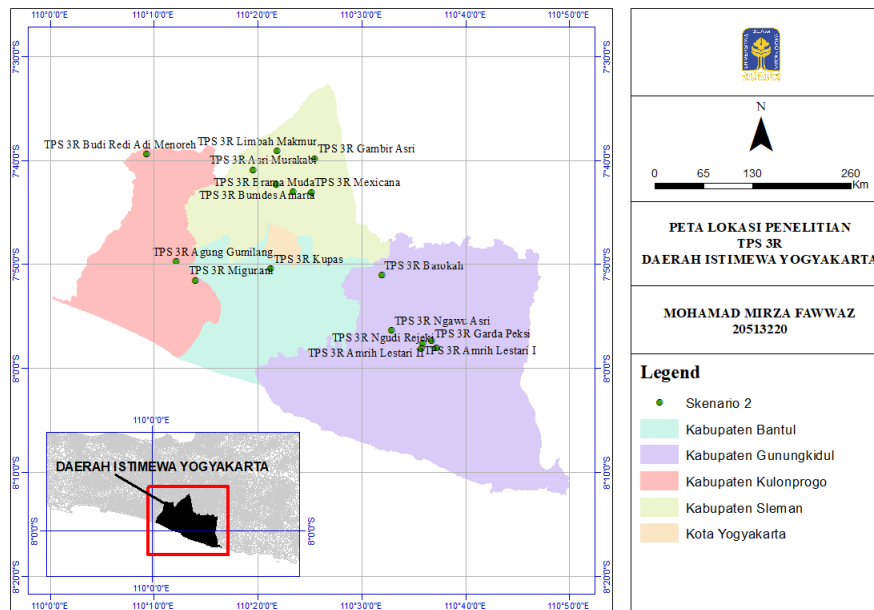
No	Daftar TPS 3R	Alamat	Kabupaten/Kota
9	TPS 3R Amrih Lestari II	Desa Kepek I, Kecamatan Wonosari.	Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.
10	TPS 3R Amrih Lestari I	Desa Kepek II, Kecamatan Wonosari.	Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.
11	TPS 3R Mexicana	Desa Sinduharjo, Kecamatan Ngaglik.	Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
12	TPS 3R Limbah Makmur	Desa Bangunkerto, Kecamatan Turi.	Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
13	TPS 3R Asri Murakabi	Desa Ngaglik, Kecamatan Sleman.	Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
14	TPS 3R Gambir Asri	Desa Pakembinangun, Kecamatan Pakem.	Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
15	TPS 3R Brama Muda	Desa Sardonoharjo, Kecamatan Ngaglik.	Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
16	TPS 3R Bumdes Amarta	Desa Pandowoharjo, Kecamatan Sleman.	Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
17	TPS 3R Randu Alas	Desa Sardonoharjo, Kecamatan Ngaglik.	Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
18	TPS 3R GIAAAAAT	Desa Minomartani, Kecamatan Ngaglik.	Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
19	TPS 3R Purwo Berhati	Desa Purwomartani, Kecamatan Kalasan.	Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
20	TPS 3R Kompak Maju	Desa Maguwoharjo, Kecamatan Depok	Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
21	TPS 3R Srihardono Bersih	Desa Baran, Kecamatan Pundong.	Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.
22	TPS 3R Ngudi Resik	Desa Ponjong, Kecamatan Ponjong.	Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.
23	TPS 3R Go- Sari	Desa Guwosari, Kecamatan Pajangan.	Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.
24	TPS 3R Salakan	Desa Potorono, Kecamatan Banguntapan.	Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.



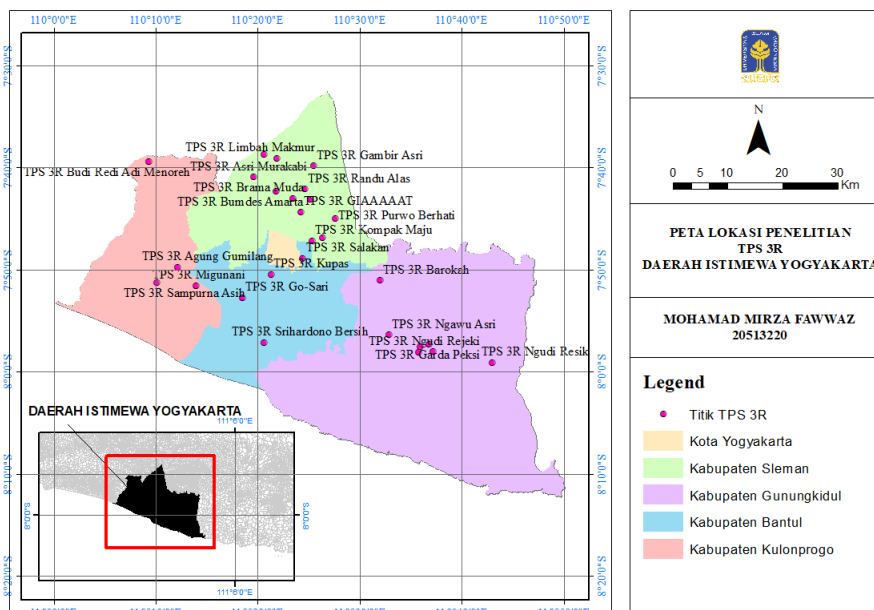
Gambar 3. 1 Peta Administrasi Daerah Istimewa Yogyakarta



Gambar 3. 2 Peta Titik Lokasi TPS 3R aktif melakukan pengomposan



Gambar 3. 3 Peta Titik Lokasi TPS 3R pernah melakukan pengomposan



Gambar 3. 4 Peta Semua Titik Lokasi TPS 3R

3.1.1 Validasi Data

Pada penelitian ini, validasi data akan dilakukan untuk membandingkan hasil perhitungan apakah sesuai dengan klasifikasi yang tertera pada aplikasi tersebut. Apabila sesuai, maka perhitungan yang dirancang benar, dan sesuai dengan pemetaan yang dilakukan. Apabila tidak sesuai, maka perlu di *cross check* kembali apakah perhitungan yang dikerjakan sudah benar untuk hasil emisi dan lokasi nya berada pada titik yang dicantumkan.

3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data untuk mencapai tujuan penelitian ini. Untuk pengumpulan data, membutuhkan beberapa alat dan bahan. Alat dan bahan yang akan digunakan yaitu perangkat lunak (*software*) seperti *google earth*, *ArcGis*. Sedangkan untuk alat bahan lainnya yaitu kalkulator, alat tulis seperti ballpoint, penggaris, dan *notebook*.

3.3 Metode Pengumpulan Data

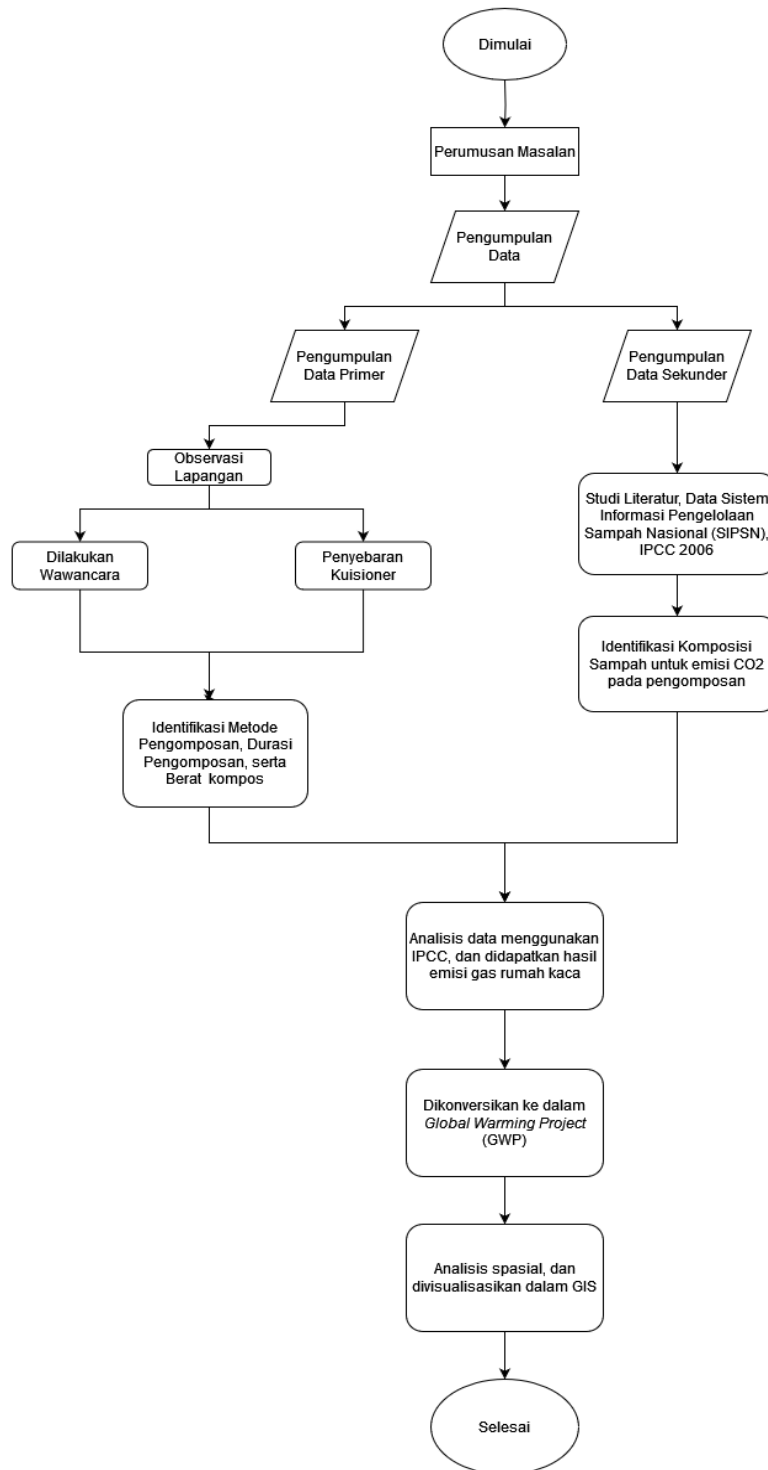
Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data untuk mencapai tujuan penelitian ini. Beberapa data yang diperlukan yaitu data primer dan data sekunder. Untuk data primer yaitu data berat sampah total harian atau tahunan, jenis pengomposan sampah, dan hasil jumlah pengomposan yang sudah dilakukan dari TPS 3R. Sedangkan, untuk data sekunder yaitu faktor emisi pengomposan, dan Nilai untuk Komposisi Sampah dalam CO₂. Metode pengumpulan data tersebut dilakukan dalam beberapa hal, antara lain studi literatur, wawancara, observasi lapangan, dan kuisioner. Metode pengumpulan data dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. 3 Metode Pengumpulan Data

No	Jenis Data	Data yang digunakan	Metode Pengumpulan
1	Data Primer	Jenis kegiatan pengomposan sampah pada TPS 3R	Wawancara, Kuisisioner, dan Observasi Lapangan
2		Metode pengomposan, durasi pengomposan, berat awal bahan kompos, dan berat output hasil kompos	
3	Data Sekunder	Faktor Emisi Pengomposan, dan Nilai DOC dari Komposisi Sampah	Data dari <i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)</i>
4		Data Emisi Gas Rumah di Kabupaten Sleman, Bantul, Gunungkidul, dan Kulonprogo.	Data dari Penelitian Sebelumnya.

3.4 Prosedur Analisis Data

Analisis data diperlukan untuk memecahkan masalah dalam penelitian ini. Langkah-langkah yang akan dilakukan penelitian ini digambarkan dengan diagram alir. Diagram alir ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. 5 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan menganalisis data yang diketahui dari hasil wawancara dan observasi, serta menghitung emisi gas rumah kaca TPS 3R. Data perhitungan tersebut akan bergantung pada kegiatan yang dilakukan pada TPS 3R.

3.4.1 Kegiatan Pengelolaan di TPS 3R

Emisi gas rumah kaca akan dihitung berupa CH₄, N₂O, dan CO₂. Berikut merupakan salah satu kegiatan pengelolaan yang dilakukan pada TPS 3R :

1. Pengomposan Sampah

Perhitungan emisi gas rumah kaca pada pengomposan dapat dihitung berdasarkan massa sampah yang dikomposkan dan juga konsumsi dari bahan bakar yang digunakan dalam pengomposan. Data pengomposan diolah menggunakan acuan IPCC (2006) Tier 1 untuk CH₄ dan N₂O. Sedangkan untuk CO₂ menggunakan Addinsyah (2017), yang mana rumusnya sebagai berikut :

Emisi CH₄ :

$$\text{Emisi CH}_4 (\text{Gg CH}_4) = \sum (\text{M}_i \times \text{EF}_i) \times 10^{-3} - \text{R}$$

Keterangan =

M_i = Massa sampah yang dikomposkan (Gg)

EF_i = Faktor emisi pada proses pengomposan (G.CH₄/kg)

R = Jumlah recovery emisi CH₄ (GG CH₄)

Emisi N₂O :

$$\text{Emisi N}_2\text{O} (\text{Gg N}_2\text{O}) = \sum (\text{M}_i \times \text{EF}_i) \times 10^{-3} - \text{R}$$

Keterangan =

M_i = Massa sampah yang dikomposkan (Gg)

EFi = Faktor emisi pada proses pengomposan
(G.N₂O/kg)

R = Jumlah recovery emisi N₂O (GG N₂O)

Tabel 3. 4 Faktor Emisi CH₄ dan N₂O dalam Pengomposan

Tipe Teknologi Pengolahan	Faktor Emisi CH ₄ (g CH ₄ /kg limbah)		Faktor Emisi N ₂ O (g N ₂ O/kg limbah)		Keterangan
	Basis berat kering	Basis berat basah	Basis berat Kering	Basis berat basah	
Pengomposan	10	4	0.6	0.3	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 yang tidak menggunakan oksigen pada fasilitas Biogas	2	1	Diasumsikan diabaikan	Diasumsikan diabaikan	

Emisi CO₂ :

$$\text{Emisi CO}_2 = \frac{Mr}{Ar} \times C \text{ HWP}$$

$$\text{CHWP} = \sum W_i \times M \times \text{DOC}_i$$

Keterangan =

CHWP = Carbon stock pada sampah yang masuk (Gg C/tahun)

Wi = Fraksi sampah i pada sampah yang masuk

M = Massa total sampah yang masuk ke rumah kompos

DOCi = Nilai DOC untuk sampah jenis i

Mr = Massa molekul relative CO₂ (44)

Ar = Massa atom relative C (12)

(Addinsyah dkk, 2017)

Berdasarkan persamaan diatas, untuk nilai DOCi yang digunakan yaitu nilai berat basah. Nilai DOCi pada tiap jenis sampahnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. 5 Nilai DOC tiap Komposisi Sampah

Komposisi Sampah	DOC (% berat basah)		DOC (% berat kering)	
	Default	Range	Default	Range
Sisa Makanan	15	8 - 20	38	20 - 50
Kayu	43	39 - 46	50	46 - 54
Kertas / kardus	40	36 - 45	44	40 - 50
Karet & Kulit	39	39	47	47
Tekstil	24	20 - 40	30	25 - 50
Sampah kebun	20	18 - 22	49	45 - 55
<i>Diapers</i>	24	18 - 32	60	44 -80
Plastik	-	-	-	-
Logam	-	-	-	-
Kaca	-	-	-	-
Lain-lain, sampah sulit terurai	-	-	-	-

Hasil perhitungan emisi gas rumah kaca menghasilkan satuan kg CO₂/tahun. Dari proses pengomposan terjadi proses degradasi material organik tetapi dalam kondisi yang menggunakan oksigen. Selain itu, proses tersebut juga untuk membandingkan hasil jumlah emisi terbesar

pada setiap kegiatan TPS 3R. Proses ini juga menghasilkan produk yang ekonomis dan efisien secara ekologis. Produk tersebut akan digunakan untuk menanam tumbuhan dan nantinya akan menjadi sampah organik.

3.4.2 Kegiatan Pengelolaan di luar TPS 3R

Emisi gas rumah kaca juga dapat dihitung dari kegiatan pembuangan ke TPA. Jumlah serta jenis sampah yang digunakan berdasarkan dengan jumlah yang keluar dari TPS 3R. Berikut merupakan salah satu pengelolaan di luar TPS 3R :

1. Penimbunan TPA

Rumus yang digunakan dalam penimbunan ini dapat dilihat di IPCC, 2006. Berikut rumus yang digunakan :

$$CH_4 = (MSW \times MCF \times DOC \times DOCF \times F \times 16/12 - R) \times (1 - OX)$$

$$DOC = \sum (DOC_i \times W_i)$$

atau

$$CH_4 = \sum ((MSW_i \times MCF \times DOC_i \times DOCf \times F \times 16/12 - R) \times (1 - OX))$$

(IPCC, 2006)

Keterangan :

MSW = Jumlah sampah yang masuk ke TPA (Gg/tahun)

DOC = Degradasi organik terdekomposisi pada tahun penimbunan
(Gg C / Gg sampah)

MCF = Faktor koreksi metana

DOCF = Fraksi DOC

DOC_i = Degradasi organik karbon jenis sampah I (Gg C / Gg Sampah)

R = Recovery CH₄ (Gg/tahun)

Wi	= Komposisi sampah jenis i
i	= Jenis sampah
F	= Fraksi (% volume) CH ₄ pada gas landfill yang ditimbulkan
16/12	= Rasio berat molekul CH ₄ /C (ratio)
OX	= Faktor Oksidasi

Setelah diketahui persamaan yang akan digunakan, terdapat beberapa nilai yang harus disesuaikan seperti Nilai MCF, dan OX. Nilai MCF ini berdasarkan tipe TPA yang digunakan yang dapat dilihat di tabel 3.7, dan nilai OX berdasarkan tipe TPA terkelola tertutup ataupun tidak dapat dilihat di tabel 3.8.

Tabel 3. 6 Nilai MCF berdasarkan Tipe TPA

Faktor Koreksi Metana (MCF)	
Tipe TPA	Nilai
Tidak dikelola, dangkal	0,4
Tidak dikelola, dalam	0,8
Terkelola, anaerobic	1
Terkelola, semi anaerobic	0,5
Tidak memiliki kategori	0,6

Sumber : IPCC, 2006

Tabel 3. 7 Nilai OX berdasarkan Tipe TPA

OX	
Tipe TPA	Nilai
Terkelola tertutup (bahan yang mengoksidasi CH ₄)	0,1
Tidak terkelola, tidak berkategori dan terkelola tidak tertutup (bahan yang mengoksidasi CH ₄)	0

Sumber : IPCC, 2006

Untuk tipe TPA yang digunakan pada masing-masing kabupaten itu sama menggunakan tipe TPA terkelola semi anaerobic dengan nilai 0,5. Sedangkan, untuk nilai OX yang digunakan yaitu tipe TPA terkelola tertutup dengan nilai 0,1. Lalu, untuk nilai default dari DOCf yaitu 0,5 dengan asumsi, bahwa lingkungan sekitar TPA berada dalam kondisi tidak menggunakan oksigen, serta nilai default dari F yaitu 0,5 karena sampah yang berada di TPA menghasilkan gas methana hampir sekitar 50 persen (IPCC, 2006).

3.4.3 Global Warming Potential (GWP)

Nilai yang dihasilkan dalam emisi gas rumah kaca, dikonversikan dalam nilai *Global Warming Potential* (GWP) dengan satuan kg CO₂eq/tahun. Nilai pada GWP digunakan untuk mengubah data emisi GRK non-CO₂ menjadi karbon dioksida ekuivalen (CO₂eq). Karbon dioksida ekuivalen (CO₂eq) merupakan nilai yang digunakan untuk membandingkan hasil gas rumah kaca tertentu dengan gas CO₂ untuk mengetahui bahaya yang dihasilkan dari setiap gas rumah kaca (Adinatha dan Arif, 2022). Rumus yang digunakan yaitu :

$$\text{GWP (kg CO}_2\text{eq/tahun)} = \text{Total emisi GRK} \times \text{Nilai GWP}$$

(Sulistiawati dan Yuwono, 2019)

Nilai GWP yang dimaksud dapat dilihat pada tabel 3.7.

Tabel 3. 8 Nilai *Global Warming Potential* (GWP)

No	Jenis Gas	Periode 100 Tahun
		GWP (CO ₂ eq)
1	CO ₂	1
2	CH ₄ -non fossil	27
3	CH ₄ -fossil	29,8
4	N ₂ O	273

Sumber : IPCC, 2021

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum TPS 3R

Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki 27 TPS 3R, dengan parameter sampah yang dapat dikomposkan dan tidak dapat dikomposkan. Untuk gambaran umum mengenai lokasi penelitian TPS 3R pada setiap Kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta dapat dilihat pada sub bab dibawah ini.

4.1.1 Kabupaten Bantul

TPS 3R di Kabupaten Gunung Kidul menurut Laporan Jakstrada pada tahun 2023 berjumlah 29 unit. Kabupaten Bantul termasuk ke dalam jumlah TPS 3R yang cukup tinggi dalam Daerah Istimewa Yogyakarta. Namun, TPS 3R pada tahun 20254 yang masih melakukan pengomposan dan sudah pernah melakukan pengomposan hanya sekitar 4 TPS 3R, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 1 Profil TPS 3R pada Kabupaten Bantul

Profil TPS 3R	TPS 3R Kupas	TPS 3R Srihardono Bersih	TPS 3R Salakan	TPS 3R Go-Sari
Luas lahan	4500 m ²	900 m ²	600 m ²	800 m ²
Waktu operasional	09.00 – 15.00 (7 jam)	08.00 – 16.00 (8 jam)	08.00 – 15.00 (7 jam)	08.00 – 15.00 (7 jam)
Jangkauan Pelayanan	Kecamatan Sewon.	Kecamatan Pundong.	Desa tertentu di Kecamatan Banguntapan.	Desa tertentu di Kecamatan Pajangan.
Jumlah pelanggan	2500 KK	300 KK	200 KK	250 KK, 2 Sekolah.

4.1.2 Kabupaten Kulon Progo

TPS 3R di Kabupaten Gunung Kidul menurut SIPSN pada tahun 2022 berjumlah 12 unit. Namun, TPS 3R pada tahun 2024 yang masih melakukan pengomposan dan aktif hanya sekitar 4 TPS 3R, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 2 Profil TPS 3R pada Kabupaten Kulon Progo

Profil TPS 3R	TPS 3R Sampurna Asih	TPS 3R Migunani	TPS 3R Agung Gumilang	TPS 3R Budi Redi Adi Menoreh
Luas lahan	500 m ²	810 m ²	900 m ²	600 m ²
Waktu operasional	06.00 – 14.00 (8 jam)	8 jam waktu operasional, untuk jam buka tidak tentu.	08.00 – 16.00	08.00 – 16.00
Jangkauan Pelayanan	Desa Pengasih, dan lainnya.	Desa tertentu di Kecamatan Mojosongo.	Kecamatan Sentolo.	Kecamatan Samigaluh.
Jumlah pelanggan	1200 KK, Sekolah 11 Unit, Kantor 17 unit, Pasar, Toko 3 unit.	200 KK, Sekolah 2 Unit, Tempat Makan 4 Unit, Kantor 1 Unit, Toko 3 Unit, Pabrik 3 Unit.	300 KK.	250 KK.

4.1.3 Kabupaten Gunung Kidul

TPS 3R di Kabupaten Gunung Kidul menurut SIPSN pada tahun 2022 berjumlah 16 unit. Namun, untuk yang masih aktif sampai saat ini pada tahun 2024 hanya sekitar 7 TPS 3R, dan yang sudah pernah melakukan pengomposan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 3 Profil TPS 3R pada Kabupaten Gunung Kidul

Profil TPS 3R	TPS 3R Ngawu Asri	TPS 3R Garda Peksi	TPS 3R Ngudi Rejeki	TPS 3R Barokah	TPS 3R Amrih Lestari II	TPS 3R Amrih Lestari I
Luas lahan	600 m ²	400 m ²	700 m ²	900 m ²	420 m ²	250 m ²
Waktu operasional	08.00 – 16.00 (8 jam)	08.00 – 16.00 (8 jam)	05.00 – 13.00 (8 jam)	08.00 – 16.00 (8 jam)	08.00 – 16.00 (8 jam)	08.00 – 16.00 (8 jam)
Jangkauan Pelayanan	Kalurahan Player, Ngawu, Ngunut.	Kecamatan Wonosari.	Desa Selang I sampai Selang 5.	Kalurahan Nganggran.	Desa Trimulyo I, Trimulyo II, Sumbermulyo, Bansari, Tegalmulyo.	Desa Kepek.
Jumlah pelanggan	350 KK, Sekolah 6 Unit, Toko 150 Unit.	350 KK.	445 KK, Sekolah 5 Unit, Toko 40 Unit.	201 KK, Sekolah 2 Unit, Toko 20 Unit	800 KK.	600 KK.

4.1.4 Kabupaten Sleman

TPS 3R di Kabupaten Gunung Kidul menurut SIPSAN pada tahun 2022 berjumlah 21 unit. Namun, TPS 3R bertambah tinggi dengan jumlah sekitar 25. Untuk TPS 3R yang masih aktif sampai saat ini hanya sekitar 20 TPS 3R, dan yang masih dan sudah pernah melakukan pengomposan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 4 Profil TPS 3R pada Kabupaten Sleman

Profil TPS 3R	TPS 3R Sorogenen Resik	TPS 3R Kompak Maju	TPS 3R Mexicana	TPS 3R Kenanga Merdiko	TPS 3R Limbah Makmur	TPS 3R Asri Murakabi
Luas lahan	600 m ²	300 m ²	600 m ²	1000 m ²	500 m ²	800 m ²
Waktu operasional	08.00 – 15.00 (7 jam)	08.00 – 11.00 (3 jam)	08.00 – 16.00 (8 jam)	07.30 – 13.00	08.00 – 16.00	07.00 – 15.00 (8 jam)
Jangkauan Pelayanan	Desa tertentu Kecamatan Kalasan.	2 RW.	Kecamatan Simbulharjo, Umbulharjo.	Kalurahan Merdikerjo, dan sekitarnya.	Desa Bangunkerto.	Desa tertentu di Kecamatan Sleman.
Jumlah pelanggan	300 KK, Pabrik 1 Unit.	350 KK	700 KK, Rumah Makan 2 Unit.	300 KK, Sekolah 5 Unit.	250 KK, Sekolah 2 Unit.	300 KK, Sekolah 5 Unit.

Tabel 4. 5 Profil TPS 3R lanjutan pada Kabupaten Sleman

Profil TPS 3R	TPS 3R Gambir Asri	TPS 3R Brama Muda	TPS 3R Bumdes Amarta	TPS 3R Randu Alas	TPS 3R GIAAAAAT	TPS 3R Purwo Berhati
Luas lahan	650 m ²	500 m ²	450 m ²	500 m ²	400 m ²	350 m ²
Waktu operasional	08.00 – 16.00	07.30 – 16.00 (8 jam setengah)	08.00 – 16.00 (8 jam)	10.00 – 16.00 (6 jam)	08.00 – 16.00 (8 jam)	07.30 - 15.00 (8 jam setengah)
Jangkauan Pelayanan	Desa Pakembinangun.	Desa tertentu di Kecamatan Ngaglik.	Desa Niron, dan lainnya.	Desa tertentu Kecamatan Ngaglik.	Kalurahan Banteng Model, Kalurahan Minomartani.	Desa tertentu di Kecamatan Kalasan.
Jumlah pelanggan	200 KK, Sekolah 1 Unit, Tempat Makan 4 Unit, Hotel 2 Unit.	527 KK, Sekolah 4 Unit, Tempat Makan, 25 Unit, dan Kantor 5 Unit.	400 KK, Sekolah 1 Unit, Rumah Makan 3 Unit, Kantor 2 Unit, dan Perusahaan 2 Unit,	400 KK.	500 KK, Sekolah 3 Unit, dan Toko 10 Unit.	700 KK, Sekolah 3 Unit, Tempat Makan 1 Unit, Kantor 2 Unit, dan Pabrik 4 Unit.

4.2 Metode dan Kegiatan Pengomposan

Jumlah TPS 3R yang dilakukan penelitian yaitu 27 TPS 3R. Untuk kegiatan, metode pengomposan yang dilakukan setiap TPS 3R juga berbeda-beda. Namun, TPS 3R di Daerah Istimewa Yogyakarta umumnya menggunakan metode *open windrow*. Sistem pengomposan *open windrow* merupakan sistem yang sesuai dengan kondisi Indonesia karena sifatnya yang fleksibel. Dalam proses pengomposan juga perlu dilakukan pemantauan kadar air, jika sampah terlalu kering maka dapat dilakukan resirkulasi lindi (Balaganesh et al., 2020).

Open windrow juga sedikit berpengaruh terhadap tahapan pengomposan seperti matangnya kompos yang semakin lama ataupun cepat. Untuk kegiatan pengomposan, umumnya sama untuk beberapa TPS 3R lainnya. Berikut merupakan tahapan dalam kegiatan pengomposan antara lain:

1. Pemilahan Sampah

Pemilahan sampah sangat diperlukan untuk memisahkan sampah organik dari sampah anorganik. Pemilahan tersebut dilakukan secara teliti karena dapat menentukan kelancaran proses dan kualitas kompos yang dihasilkan.

2. Ukuran area kompos

Ukuran area dalam pengomposan diperlukan untuk sampah mudah dan cepat didekomposisi menjadi kompos. Ukuran area kompos yang digunakan di setiap TPS 3R berbeda-beda, bergantung kepada kegiatan lainnya yang dilakukan di TPS 3R seperti mesin pengolahan, area pemilahan sampah, magot (apabila ada), dan sebagainya.

3. Perbandingan Sampah

Bahan organik yang telah melewati tahap pemilahan lalu dimasukkan kedalam alat komposter, ataupun area kompos bergantung kepada metode pengomposan dengan perbandingan pada umumnya 25% untuk sisa makanan dan 75% untuk sampah dedaunan. Perbandingan tersebut dapat berubah bergantung jumlah sampah yang tersedia di setiap TPS 3R.

4. Pematangan Kompos

Setelah pengomposan berjalan sekitar 2 sampai 3 minggu, apabila aroma kompos mirip seperti area tape, maka kompos tersebut sudah siap dipakai.

5. Pengemasan dan Penyimpanan

Kompos yang telah matang tersebut dikemas kedalam plastik yang umumnya sudah disediakan ukurannya. Setelah dikemas, kompos tersebut disimpan kedalam ruangan yang aman dan terlindung dari tempat yang kemungkinan dapat tumbuh jamur.

Setelah dilakukan tahapan pengomposan sesuai urutannya, pupuk tersebut dapat diserahkan kepada pihak DLH Kota Yogyakarta maupun masyarakat. Selain itu, apabila ingin menggunakan pupuk organik juga diperbolehkan, dengan syarat yaitu mengajukan kepada pihak pengelola yang bersangkutan.

4.3 Skenario Pengomposan

Pengomposan TPS 3R pada Daerah Istimewa Yogyakarta dibagi menjadi 3 yaitu pada dilihat pada tabel. Pada perhitungan emisi gas rumah kaca juga dibutuhkan data jumlah komposisi sampah pada Daerah Istimewa Yogyakarta. Berikut merupakan tabel komposisi sampah pada Daerah Istimewa Yogyakarta :

Tabel 4. 6 Komposisi Sampah Daerah Istimewa Yogyakarta

Jenis Sampah	Komposisi Sampah
Sisa Makanan	52,10%
Kayu-ranting	0,14%
Kertas-karton	15,45%
Plastik	28,37%
Logam	0,94%
Kain	0,51%
Karet-kulit	0,23%
Kaca	0,85%
Lainnya	1,41%

Sumber : Jurnal, Perhitungan, dan SIPSN 2023.

Setelah diketahui tabel komposisi sampah, lalu dihitung untuk emisi gas rumah kaca dari skenario yang sudah dibuat. Berikut merupakan beberapa skenario dari penelitian yang dilakukan :

4.3.1 Skenario I

Skenario I merupakan skenario kondisi saat ini yang menunjukkan beberapa TPS 3R yang aktif dalam kegiatan pengomposan di Daerah Istimewa Yogyakarta. Metode pengomposan yang dilakukan pada skenario I yaitu *open windrow*. Untuk data yang diketahui pada kegiatan pengomposan, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 7 Data kegiatan pengomposan pada Skenario I

No	Daftar TPS 3R	Massa kompos	Durasi Pengomposan
1	TPS 3R Sampurna Asih	1294 kg	2 bulan
2	TPS 3R Sorogenen Resik	315 kg	1 bulan
3	TPS 3R Kenanga Merdiko	270 kg	25 hari

Setelah mendapat data tersebut, lalu dihitung untuk massa kompos selama 1 tahun. Contoh perhitungan massa kompos hingga emisi gas rumah kaca untuk setiap TPS 3R sebagai berikut :

- **TPS 3R Kenanga Merdiko**

Massa kompos = 270 kg
 Durasi Pengomposan = 25 hari
 Pengomposan dalam 1 tahun = 15 kali
 Total massa kompos = 270×15

$$= 3942 \text{ kg/tahun}$$

$$= 0,00394 \text{ Gg/tahun}$$

Setelah menghitung total massa kompos, lalu dilanjut menghitung emisi gas rumah kaca yang terdiri dari CH₄, N₂O, dan CO₂.

- Emisi CH₄

Rumus =

$$\text{Emisi CH}_4 (\text{Gg CH}_4) = \sum (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R$$

Perhitungan =

Untuk faktor emisi dapat dilihat pada tabel 3.5, yang dimana menggunakan nominal 4 sesuai dengan basis berat basah.

$$\begin{aligned} \text{CH}_4 &= 0,00394 \text{ Gg/tahun} \times 4 \times 10^{-3} - 0 \\ &= 0,000015768 \text{ Gg/CH}_4 \\ &= 15,76 \text{ kg/CH}_4 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Selanjutnya, hasil perhitungan nilai emisi tersebut di dikonversikan dalam *Global Warming Potential* (GWP) dengan nilai yang sudah ditetapkan, yang dapat dilihat pada tabel 3.7.

$$\begin{aligned} \text{GWP CH}_4 &= 15,76 \text{ kg/CH}_4 \text{ tahun} \times 27 \text{ kg CO}_2/\text{eq} \\ &= 426 \text{ kg CO}_2\text{eq/tahun} \end{aligned}$$

- Emisi N₂O

Rumus =

$$\text{Emisi N}_2\text{O} (\text{Gg N}_2\text{O}) = \sum (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R$$

Perhitungan =

Untuk faktor emisi dapat dilihat pada tabel 3.5, yang dimana menggunakan nominal 0,3 sesuai dengan basis berat basah.

$$\begin{aligned} \text{N}_2\text{O} &= 0,00394 \times 0,3 \times 10^{-3} \\ &= 0,00000118 \text{ Gg/N}_2\text{O} \\ &= 1,182 \text{ kg/CH}_4 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Selanjutnya, hasil perhitungan nilai emisi tersebut di dikonversikan dalam *Global Warming Potential* (GWP) dengan nilai yang sudah ditetapkan, yang dapat dilihat pada tabel 3.7.

$$\begin{aligned} \text{GWP N}_2\text{O} &= 1,182 \text{ kg/CH}_4 \text{ tahun} \times 273 \text{ kg CO}_2/\text{eq} \\ &= 323 \text{ kg CO}_2\text{eq/tahun} \end{aligned}$$

- Emisi CO₂

Dalam perhitungan emisi CO₂ diperlukan total massa yang dikomposkan berdasarkan jenisnya, dapat dilihat di tabel 4.6. Selain berdasarkan jenis, untuk menghitung Wi pada rumus CHWP membutuhkan data komposisi sampah . Berikut perhitungan dalam emisi CO₂ :

Komposisi Sampah (4.6)

$$W_i \text{ Sisa Makanan} = 0,5210 / (0,5210 + 0,0014) = 0,997$$

$$W_i \text{ Kayu dan Ranting} = 0,0014 / (0,5210 + 0,0014) = 0,003$$

Sisa Makanan

Rumus :

$$\begin{aligned} \text{CHWP} &= \sum W_i \times M \times \text{DOC}_i \\ &= 0,00394 \times 0,997 \times 0,15 \end{aligned}$$

$$\text{CHWP} = 0,00058972 \text{ Gg C/Tahun}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Emisi CO}_2 &= \frac{Mr}{Ar} \times C \text{ HWP} \\
 &= \frac{44}{12} \times 0,00058972 \\
 \text{Emisi CO}_2 &= 0,00216229 \text{ Gg/CO}_2 \\
 \text{Emisi CO}_2 &= 2162,29 \text{ kg/CO}_2
 \end{aligned}$$

Kayu dan Ranting

Rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{CHWP} &= \sum W_i \times M \times \text{DOC}_i \\
 &= 0,00394 \times 0,003 \times 0,43 \\
 \text{CHWP} &= 0,0000045 \text{ Gg C/Tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Emisi CO}_2 &= \frac{Mr}{Ar} \times C \text{ HWP} \\
 &= \frac{44}{12} \times 0,0000045 \\
 \text{Emisi CO}_2 &= 0,000017 \text{ Gg/CO}_2 \\
 \text{Emisi CO}_2 &= 16,66 \text{ kg/CO}_2
 \end{aligned}$$

Total Emisi CO₂ :

$$\begin{aligned}
 \text{Emisi CO}_2 &= 2162,29 \text{ kg/CO}_2 + 16,66 \text{ kg/CO}_2 \\
 \text{Emisi CO}_2 &= 2179 \text{ kg/CO}_2 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

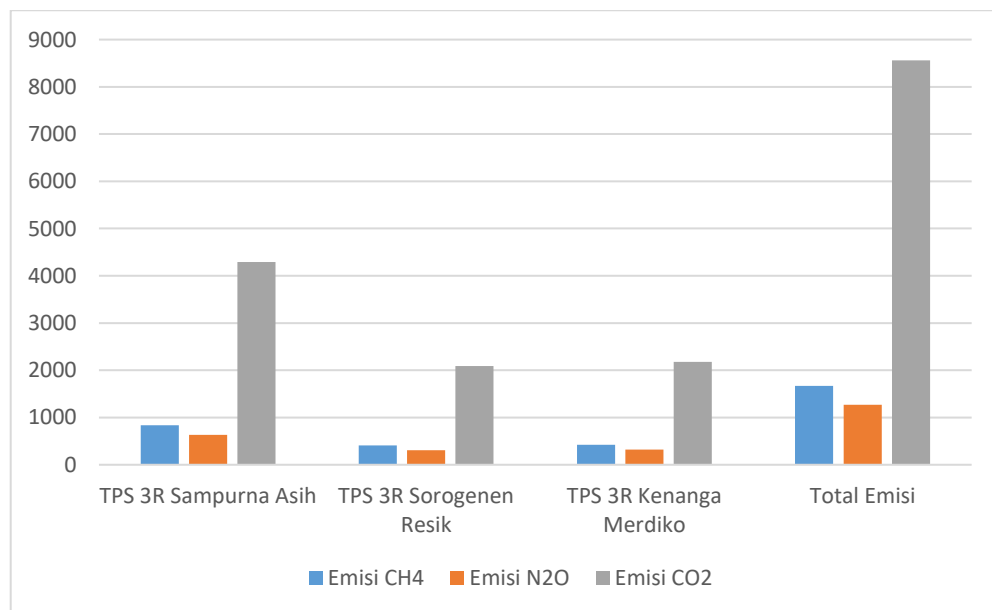
Selanjutnya, hasil perhitungan nilai emisi tersebut di dikonversikan dalam *Global Warming Potential* (GWP) dengan nilai yang sudah ditetapkan, yang dapat dilihat pada tabel 3.7.

$$\begin{aligned}
 \text{GWP CO}_2 &= 2179 \text{ kg/CO}_2 \text{ tahun} \times 1 \text{ kg CO}_2/\text{eq} \\
 \text{GWP CO}_2 &= 2179 \text{ kg CO}_2\text{eq/tahun}
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan tabel untuk setiap TPS 3R di Skenario I dan grafiknya :

Tabel 4. 8 Tabel Emisi GRK dan GWP GRK Skenario I

Daftar TPS 3R	Emisi CH ₄ (kg/tahun)	GWP CH ₄ (kg CO ₂ eq/tahun)	Emisi N ₂ O (kg/tahun)	GWP N ₂ O (kg CO ₂ eq/tahun)	Emisi CO ₂ (kg/tahun)	GWP CO ₂ (kg CO ₂ eq/tahun)
TPS 3R Sampurna Asih	31.06	839	2.33	636	4291.56	4292
TPS 3R Sorogenen Resik	15.12	408	1.13	310	2089.40	2089
TPS 3R Kenanga Merdiko	15.77	426	1.18	323	2178.95	2179



Gambar 4. 1 Grafik Emisi Gas Rumah Kaca Skenario I

4.3.2 Skenario II

Skenario II merupakan skenario kondisi harapan, yang menunjukkan beberapa TPS 3R pernah melakukan kegiatan pengomposan di Daerah Istimewa

Yogyakarta. Metode pengomposan yang dilakukan pada skenario II yaitu *open windrow*, dan fermentasi EM₄. Untuk data yang diketahui pada kegiatan pengomposan, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 9 Data kegiatan pengomposan pada Skenario II

No	Daftar TPS 3R	Massa kompos	Durasi Pengomposan
1	TPS 3R Kupas	1600 kg	1 bulan
2	TPS 3R Migunani	150 kg	3 bulan
3	TPS 3R Agung Gumilang	90 kg	4 bulan
4	TPS 3R Budi Redi Adi Menoreh	60 kg	3 bulan
5	TPS 3R Ngawu Asri	200 kg	1 bulan
6	TPS 3R Garda Peksi	200 kg	1 bulan
7	TPS 3R Ngudi Rejeki	122.5 kg	1 bulan
8	TPS 3R Barokah	720 kg	1 bulan
9	TPS 3R Amrih Lestari II	300 kg	1 bulan
10	TPS 3R Amrih Lestari I	90 kg	1 bulan
11	TPS 3R Mexicana	1056 kg	1 bulan
12	TPS 3R Limbah Makmur	675 kg	1 bulan

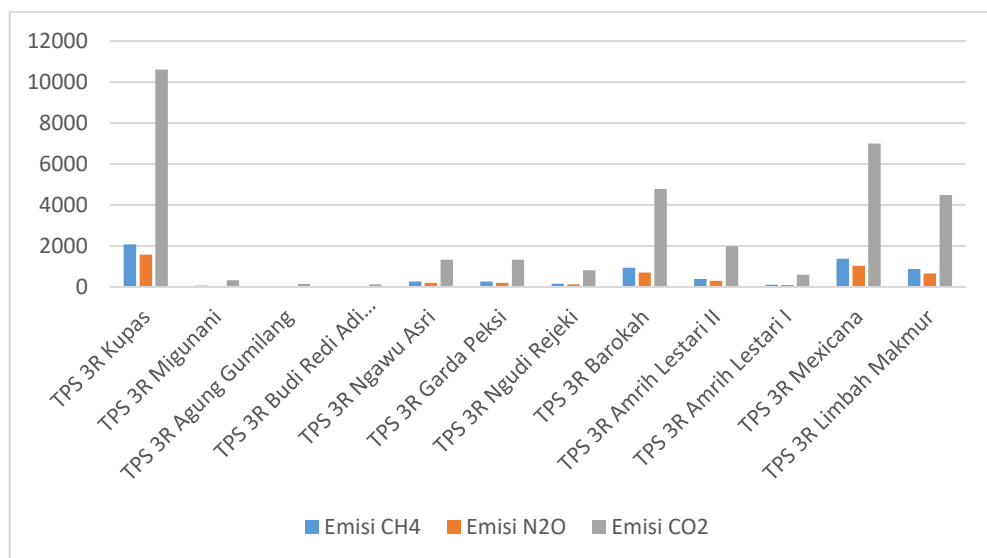
13	TPS 3R Asri Murakabi	480 kg	1 bulan
14	TPS 3R Gambir Asri	630 kg	1 bulan
15	TPS 3R Brama Muda	1650 kg	40 hari
16	TPS 3R Bumdes Amarta	300 kg	1 bulan
17	TPS 3R Randu Alas	180 kg	3 bulan
18	TPS 3R GIAAAAAT	250 kg	4 bulan
19	TPS 3R Purwo Berhati	112.5 kg	2 bulan
20	TPS 3R Kompak Maju	337.5 kg	5 minggu
21	TPS 3R Srihardono Bersih	300 kg	40 hari
22	TPS 3R Ngudi Resik	45 kg	2 bulan
23	TPS 3R Go-Sari	300 kg	2 bulan
24	TPS 3R Salakan	225 kg	4 minggu

Setelah mendapat data tersebut, lalu dihitung untuk massa kompos selama 1 tahun. Untuk perhitungan emisi gas rumah kaca dapat dilihat di Skenario I. Berikut merupakan tabel mengenai data emisi gas rumah kaca dan hasil *Global Warming Potential* (GWP).

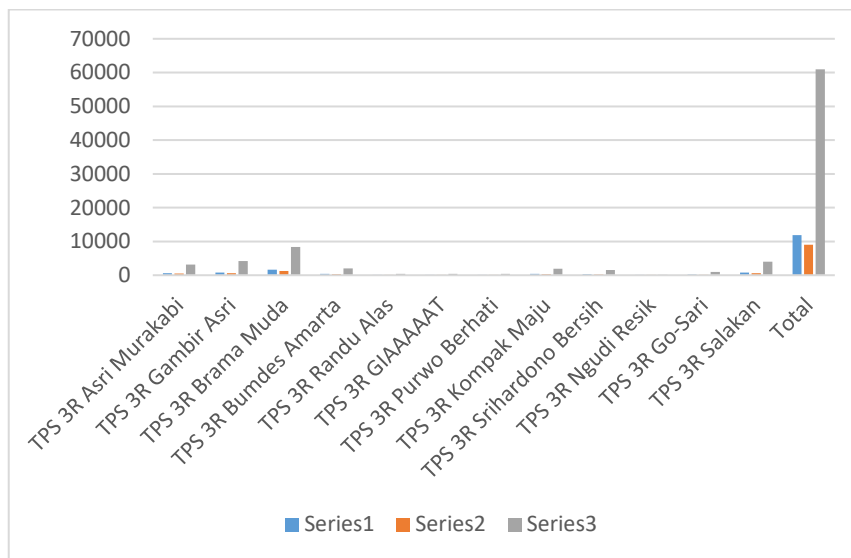
Tabel 4. 10 Tabel Emisi GRK dan GWP GRK Skenario II

Daftar TPS 3R	Emisi CH ₄ (kg/tahun)	GWP CH ₄ (kg CO ₂ eq/tahun)	Emisi N ₂ O (kg/tahun)	GWP N ₂ O (kg CO ₂ eq/tahun)	Emisi CO ₂ (kg/tahun)	GWP CO ₂ (kg CO ₂ eq/tahun)
TPS 3R Kupas	76.80	2074	5.76	1572	10612.82	10613
TPS 3R Migunani	2.40	65	0.18	49	331.65	332
TPS 3R Agung Gumilang	1.08	29	0.08	22	149.24	149
TPS 3R Budi Redi Adi Menoreh	0.96	26	0.07	20	132.66	133
TPS 3R Ngawu Asri	9.60	259	0.72	197	1326.60	1327
TPS 3R Garda Peksi	9.60	259	0.72	197	1326.60	1327
TPS 3R Ngudi Rejeki	5.88	159	0.44	120	812.54	813
TPS 3R Barokah	34.56	933	2.59	708	4775.77	4776
TPS 3R Amrih Lestari II	14.40	389	1.08	295	1989.90	1990
TPS 3R Amrih Lestari I	4.32	117	0.32	88	596.97	597
TPS 3R Mexicana	50.69	1369	3.80	1038	7004.46	7004
TPS 3R Limbah Makmur	32.40	875	2.43	663	4477.28	4477
TPS 3R Asri Murakabi	23.04	622	1.73	472	3183.85	3184
TPS 3R Gambir Asri	30.24	816	2.27	619	4178.80	4179
TPS 3R Brama Muda	60.23	1626	4.52	1233	8322.36	8322

Daftar TPS 3R	Emisi CH ₄ (kg/tahun)	GWP CH ₄ (kg CO ₂ eq/tahun)	Emisi N ₂ O (kg/tahun)	GWP N ₂ O (kg CO ₂ eq/tahun)	Emisi CO ₂ (kg/tahun)	GWP CO ₂ (kg CO ₂ eq/tahun)
TPS 3R Bumdes Amarta	14.40	389	1.08	295	1989.90	1990
TPS 3R Randu Alas	2.88	78	0.22	59	397.98	398
TPS 3R GIAAAAAT	3.00	81	0.23	61	414.56	415
TPS 3R Purwo Berhati	2.70	73	0.20	55	373.11	373
TPS 3R Kompak Maju	14.08	380	1.06	288	1945.49	1945
TPS 3R Srihardono Bersih	10.95	296	0.82	224	1513.16	1513
TPS 3R Ngudi Resik	1.08	29	0.08	22	149.24	149
TPS 3R Go-Sari	7.20	194	0.54	147	994.95	995
TPS 3R Salakan	28.80	778	2.16	590	3979.81	3980



Gambar 4. 2 Grafik Emisi Gas Rumah Kaca Skenario II



Gambar 4. 3 Grafik Lanjutan Emisi Gas Rumah Kaca Skenario II

4.3.3 Skenario III

Skenario III merupakan skenario kondisi paling buruk yang dimana tidak terjadi pengomposan di TPS 3R. Sampah tersebut akan dilanjutkan ke TPA. Sampah yang dibawa ke TPA akan ditimbun, dan timbunan tersebut juga dapat berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca. Berikut merupakan data massa sampah apabila tidak dikomposkan :

Tabel 4. 11 Data massa sampah apabila tidak dikomposkan pada Skenario III

No	Daftar TPS 3R	Massa sampah apabila tidak dikomposkan (m ³ /tahun)
1	TPS 3R Sampurna Asih	7764
2	TPS 3R Sorogenen Resik	1080
3	TPS 3R Kenanga Merdiko	2700

No	Daftar TPS 3R	Massa sampah apabila tidak dikomposkan (m ³ /tahun)
4	TPS 3R Kupas	9600
5	TPS 3R Migunani	1800
6	TPS 3R Agung Gumilang	1080
7	TPS 3R Budi Redi Adi Menoreh	720
8	TPS 3R Ngawu Asri	1200
9	TPS 3R Garda Peksi	2400
10	TPS 3R Ngudi Rejeki	840
11	TPS 3R Barokah	2880
12	TPS 3R Amrih Lestari II	3600
13	TPS 3R Amrih Lestari I	1080
14	TPS 3R Mexicana	2880
15	TPS 3R Limbah Makmur	3240
16	TPS 3R Asri Murakabi	1440
17	TPS 3R Gambir Asri	2160

No	Daftar TPS 3R	Massa sampah apabila tidak dikomposkan (m ³ /tahun)
18	TPS 3R Brama Muda	3960
19	TPS 3R Bumdes Amarta	1800
20	TPS 3R Randu Alas	1440
21	TPS 3R GIAAAAAT	1200
22	TPS 3R Purwo Berhati	540
23	TPS 3R Kompak Maju	2700
24	TPS 3R Srihardono Bersih	1440
25	TPS 3R Ngudi Resik	360
26	TPS 3R Go-Sari	3600
27	TPS 3R Salakan	1800

. Setelah mengetahui massa sampah, lalu menghitung emisi gas rumah kaca yang ditimbun di TPA. Emisi gas rumah kaca tersebut menghasilkan emisi CH₄. Dalam perhitungan ini, membutuhkan beberapa data dari IPCC untuk setiap tipe TPA baik untuk MCF, OX, dan sebagainya. Setelah diketahui data yang dibutuhkan, lalu dikonversikan ke dalam nilai GWP untuk mengetahui bahaya dalam setiap gas rumah kaca. Berikut merupakan rumus, dan contoh perhitungan dalam emisi CH₄.

Terdapat beberapa data yang dibutuhkan seperti nilai faktor yang dapat dilihat di tabel 3.7 dan 3.8. Perhitungan yang digunakan yaitu berasal dari timbulan sampah kertas dan karton. Berikut untuk nilai-nilai yang digunakan :

MCF	= 0,5
DOCi	= 0,4
DOCf	= 0,5 (default IPCC)
I	= Kertas dan karton
OX	= 0,1
F	= 0,5 (default IPCC)
MSWi	= 0,10 Gg/tahun

Berikut merupakan contoh perhitungan emisi CH₄ pada penimbunan TPS 3R Sampurna Asih:

$$\text{CH}_4 = \sum ((\text{MSWi} \times \text{MCF} \times \text{DOCi} \times \text{DOCf} \times \text{F} \times 16/12 - \text{R}) \times (1 - \text{OX}))$$

$$\text{CH}_4 = \sum ((0,10 \times 0,5 \times 0,4 \times 0,5 \times 0,5 \times 16/12 - 0) \times (1 - 0,1))$$

$$\text{CH}_4 = 0,0065 \text{ Gg CH}_4/\text{tahun}$$

$$\text{CH}_4 = 6490,68 \text{ kg CH}_4/\text{tahun}$$

Setelah hasil emisi diperoleh, lalu dikonversikan ke dalam GWP seperti hal nya yang telah dilakukan pada kegiatan pengomposan. Berikut merupakan tabel emisi total Gas Rumah Kaca (CO₂eq) pada Penimbunan Sampah:

Tabel 4. 12 Tabel Emisi Total GRK GWP Penimbunan Sampah Skenario III

Nama TPS 3R	Emisi CH ₄ (kg/tahun)	Emisi CH ₄ (kg CO ₂ eq/tahun)
TPS 3R Sampurna Asih	14981.65	404504.60
TPS 3R Sorogenen Resik	35122.64	948311.15
TPS 3R Kenanga Merdiko	15837.75	427619.15
TPS 3R Kupas	12841.42	346718.23

Nama TPS 3R	Emisi CH ₄ (kg/tahun)	Emisi CH ₄ (kg CO ₂ eq/tahun)
TPS 3R Migunani	18192.01	491184.16
TPS 3R Agung Gumilang	17121.89	462290.98
TPS 3R Budi Redi Adi Menoreh	18192.01	491184.16
TPS 3R Ngawu Asri	16051.77	433397.79
TPS 3R Garda Peksi	14981.65	404504.60
TPS 3R Ngudi Rejeki	14981.65	404504.60
TPS 3R Barokah	17121.89	462290.98
TPS 3R Amrih Lestari II	11343.25	306267.77
TPS 3R Amrih Lestari I	12841.42	346718.23
TPS 3R Mexicana	18406.03	496962.80
TPS 3R Limbah Makmur	14981.65	404504.60
TPS 3R Asri Murakabi	17121.89	462290.98
TPS 3R Gambir Asri	17121.89	462290.98
TPS 3R Brama Muda	18834.08	508520.07
TPS 3R Bumdes Amarta	18192.01	491184.16
TPS 3R Randu Alas	18192.01	491184.16
TPS 3R GIAAAAAT	17121.89	462290.98
TPS 3R Purwo Berhati	14981.65	404504.60
TPS 3R Kompak Maju	18192.01	491184.16
TPS 3R Srihardono Bersih	18192.01	491184.16
TPS 3R Ngudi Resik	18192.01	491184.16
TPS 3R Go-Sari	17121.89	462290.98

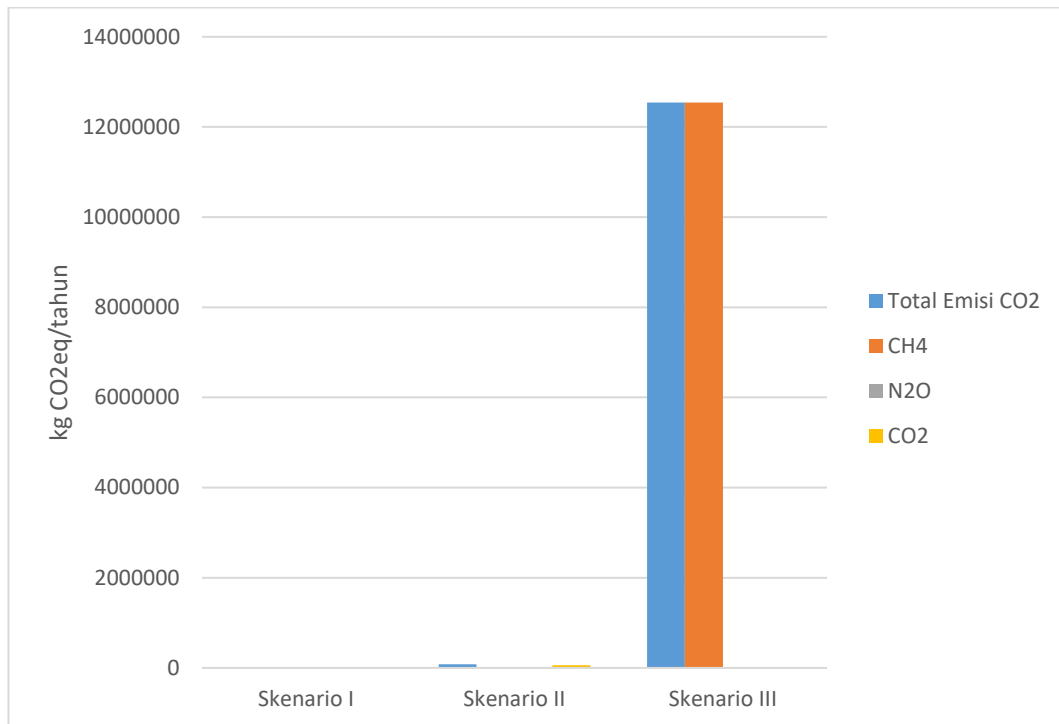
Nama TPS 3R	Emisi CH ₄ (kg/tahun)	Emisi CH ₄ (kg CO ₂ eq/tahun)
TPS 3R Salakan	18192.01	491184.16

4.3.4 Perbandingan Skenario I, II, III

Pada Skenario I. II, sudah dilakukan perhitungan emisi gas rumah kaca yang terdiri dari CH₄, N₂O, CO₂. Sedangkan skenario III, sudah dilakukan perhitungan emisi gas rumah kaca untuk penimbunan di TPA apabila tidak dilakukan pengomposan di TPS 3R. Untuk nilai dari gas rumah kaca menggunakan satuan kg CO₂eq/tahun yang dimana merupakan nilai dari *Global Warming Potential*. Berikut merupakan tabel perbandingan dan grafik emisi gas rumah kaca dalam ketiga skenario :

Tabel 4. 13 Tabel Emisi Gas Rumah Kaca Skenario I, II, III

Skenario	Emisi CH ₄ (kg)	Emisi N ₂ O (kg)	Emisi CO ₂ (kg)	Total Emisi kg CO ₂ (eq)
	(CO ₂) (eq)	(CO ₂) (eq)	(CO ₂) (eq)	
Skenario I	1.672	1.268	8.560	11501
Skenario II	11.915	9.035	60.980	81930
Skenario III	12.540.257,37	0	0	12.540.257,37



Gambar 4. 4 Grafik Emisi Gas Rumah Kaca Skenario I, II, dan III

Hasil perbandingan menunjukkan emisi Gas Rumah Kaca paling besar dihasilkan dari proses sampah dari sumber langsung ke TPA yaitu pada Skenario III. Hal tersebut terjadi karena tidak ada proses pengomposan dalam pengelolaan sebelum ke TPA sehingga menyebabkan proses penimbunan di TPA dalam jumlah sampah yang banyak. Dapat disimpulkan, bahwa kegiatan pengomposan di TPS3R menghasilkan emisi gas rumah kaca namun masih penghasil potensi emisi yang kecil, jika dibandingkan dengan penimbunan langsung di TPA.

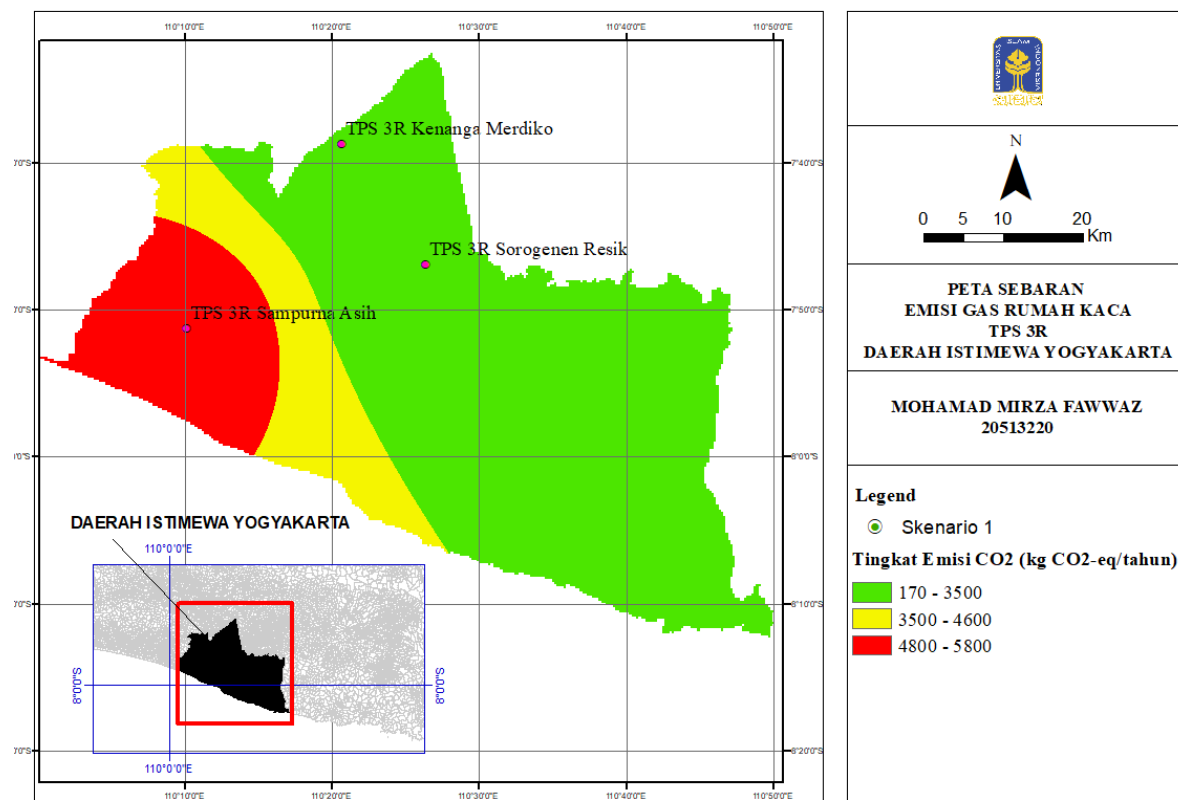
4.5 Analisis Spasial untuk Skenario I, II, III

Analisis spasial yang digunakan dalam visualisasi ini yaitu interpolasi dengan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). Metode IDW umumnya digunakan menggunakan titik atau point sesuai koordinat yang ada. Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai emisi yang dihasilkan, apakah termasuk tinggi atau rendah, serta sudah sesuai dengan data atau tidak sesuai.

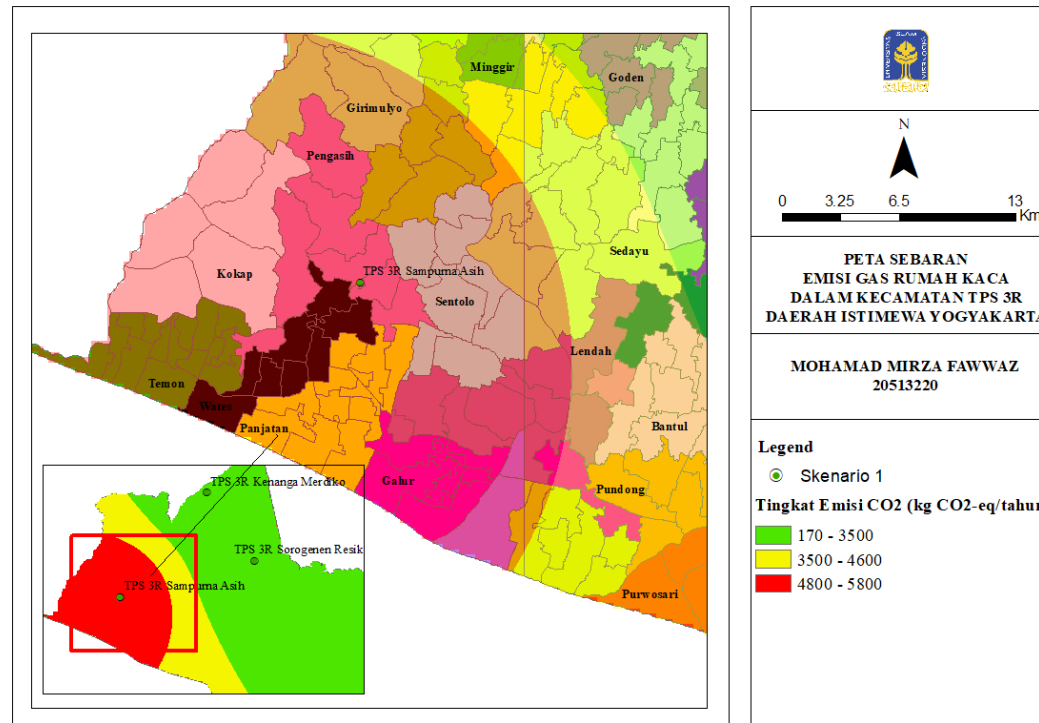
4.5.1 Pemetaan Emisi Gas Rumah Kaca Metode IDW

Berdasarkan hasil perhitungan emisi CO₂ dari kegiatan pengomposan di TPS 3R Daerah Istimewa Yogyakarta, lalu dilakukan pemetaan untuk mengetahui dan mengelompokkan dari masing-masing skenario berdasarkan jumlah emisi yang dihasilkan. Untuk hasil pemetaan emisi gas rumah kaca (CO₂) yang dihasilkan dapat dilihat dibawah ini :

Skenario I

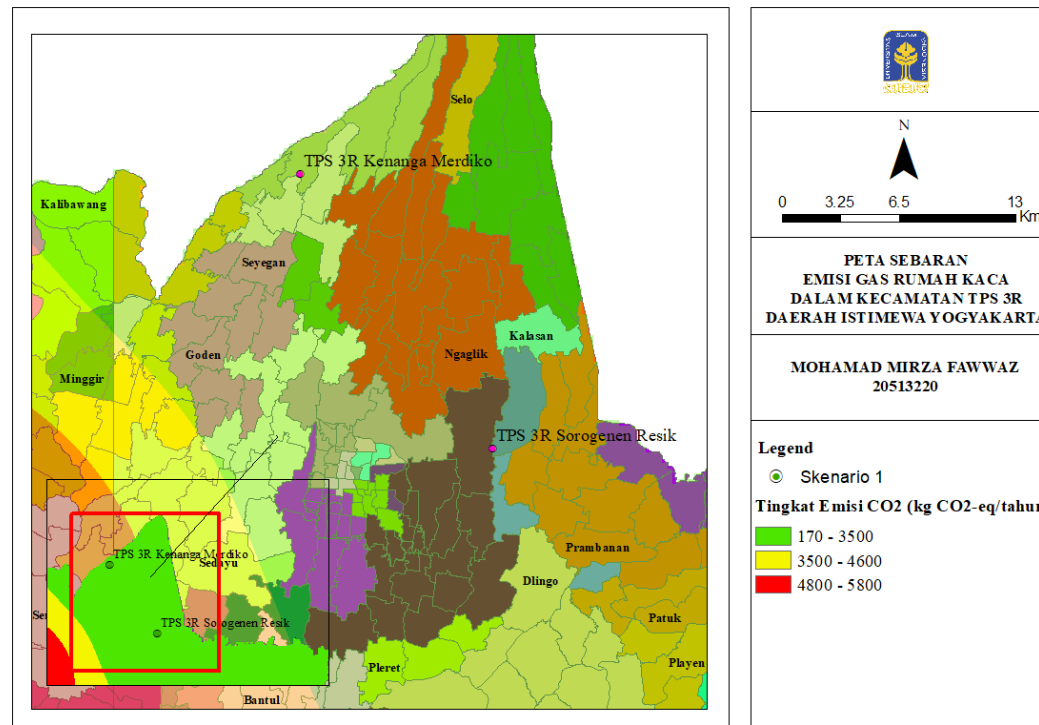


Gambar 4. 5 Pemetaan Gas Rumah Kaca Metode IDW Skenario I



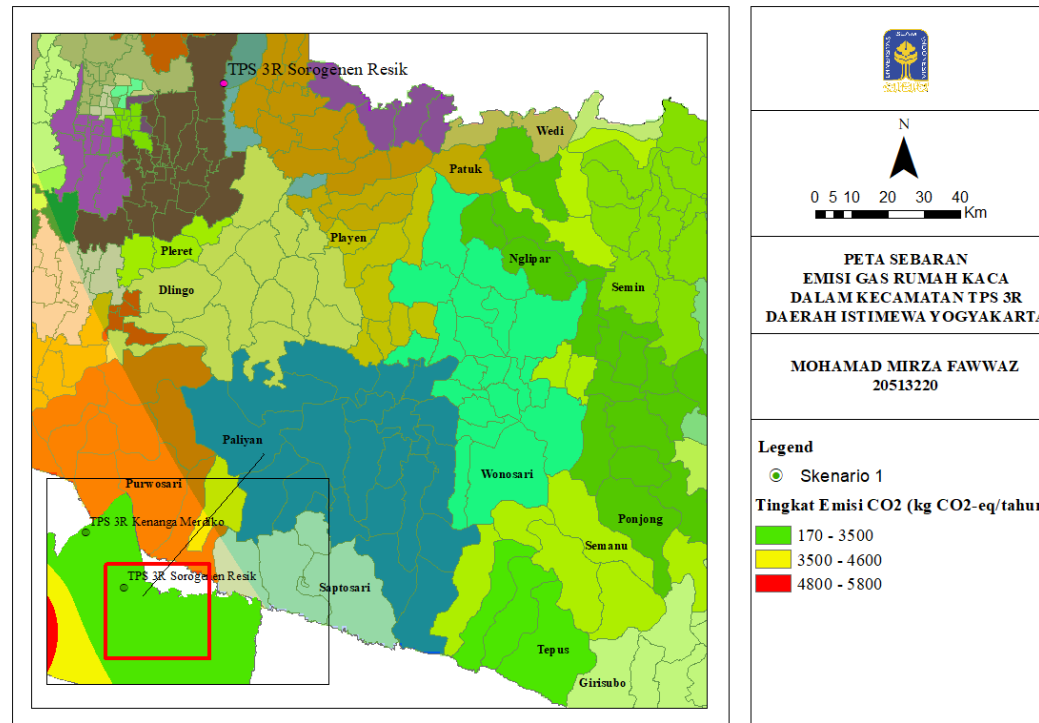
Gambar 4. 6 Peta Sebaran Emisi GRK Area Merah dan Kuning
Skenario I dalam Kecamatan di Daerah Istimewa Yogyakarta

Kecamatan yang berada di area merah, yaitu : Temon, Wates, Kokap, Panjatan, Pengasih, Nanggulan, Girimulyo Lendah, Galur, Srandakan, dan Sentolo. Sedangkan, untuk kecamatan yang berada di area kuning, yaitu : Samigaluh, Minggir, Sedayu, Moyudan, dan Kalibawang.



Gambar 4. 7 Peta Sebaran Emisi GRK Area Hijau dekat TPS 3R Kenanga Merdiko
Skenario I dalam Kecamatan di Daerah Istimewa Yogyakarta

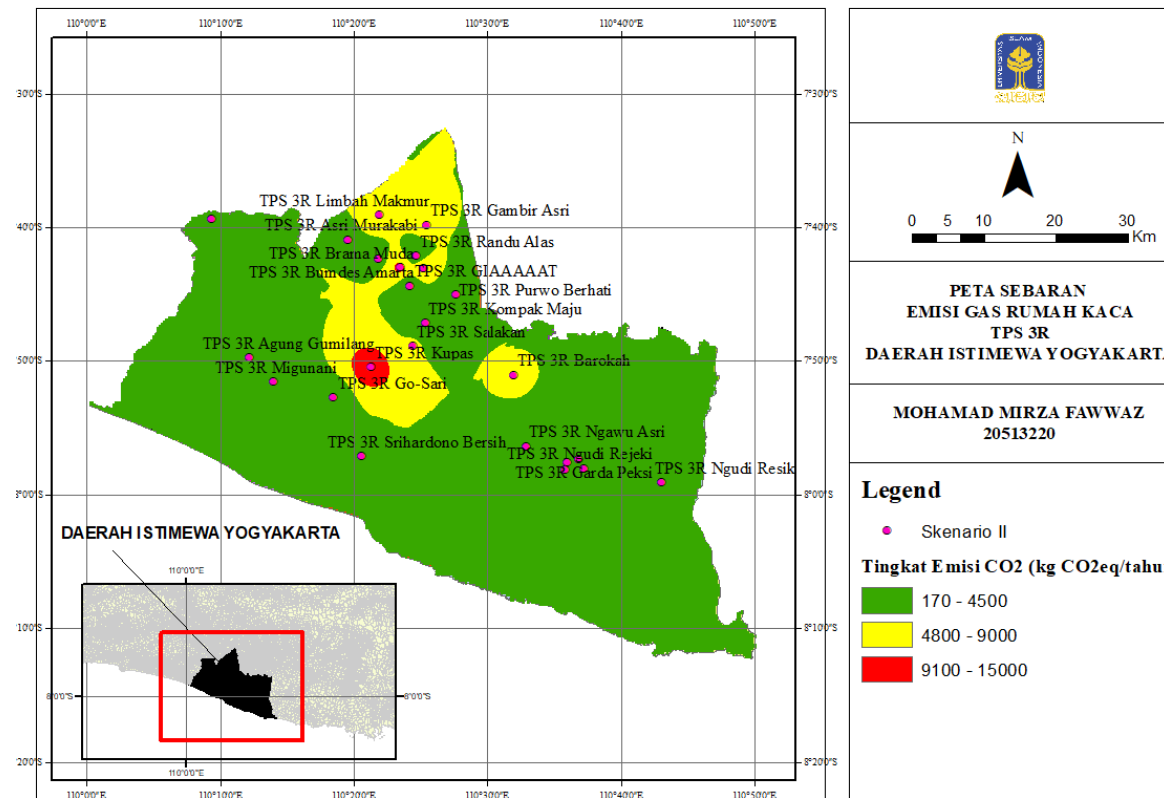
Kecamatan yang berada di area hijau dekat TPS 3R Kenanga Merdiko, yaitu : Ngluwar, Moyudan, Goden, Soyegan, Mlati, Tempel, Srumbung, Selo, Cangkringan, Gamping, Purwosari, Pundong, Lendah, Bantul, Sanden, Pandak, Kasihan, Tegalrejo.



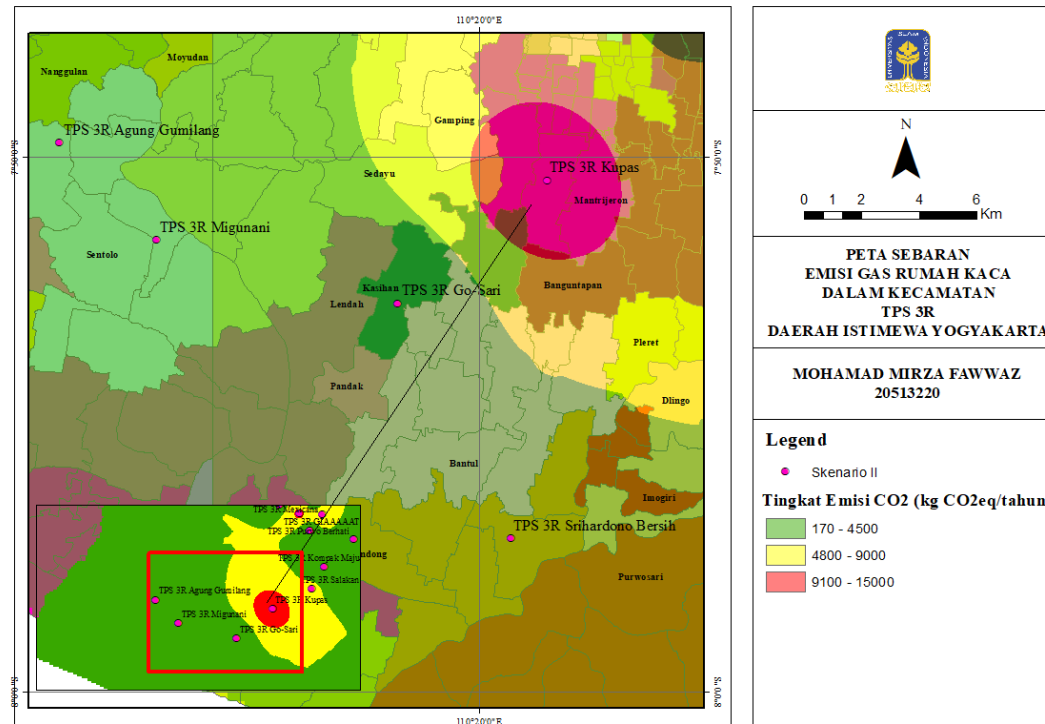
Gambar 4. 8 Peta Sebaran Emisi GRK Area Hijau dekat TPS 3R Sorogenen Resik Skenario I dalam Kecamatan di Daerah Istimewa Yogyakarta

Kecamatan yang berada di area hijau dekat TPS 3R Sorogenen Resik, yaitu : Mantriweron, Piyungan, Dlingo, Prambanan, Patuk, Gantiwarno, Berbah, Banguntapan, Kalasan, Ngaglik, Wonosari, Ponjong, Nglipar, Semin, Ponjong, Wedi, Bayat, Patuk, Playen, Eromoko, Ponjong, Semanu, Ngawen, Rongkop, Tepus, Paliyan, Pacimantoro, Girisubo, Saptosari, Panggang.

Skenario II



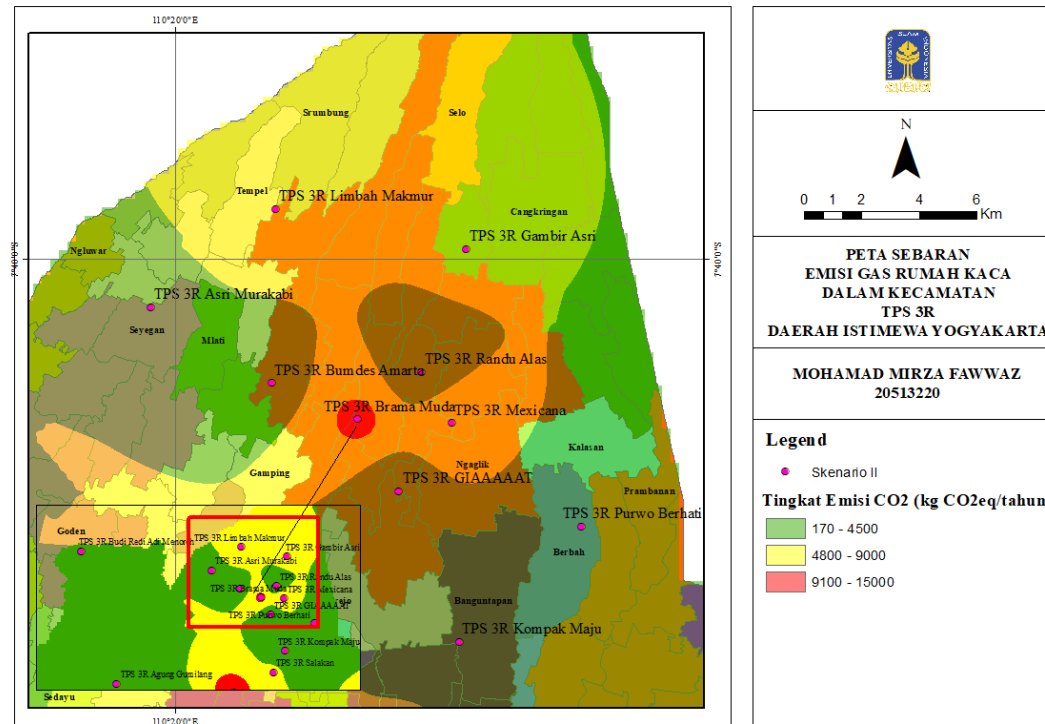
Gambar 4. 9 Pemetaan Gas Rumah Kaca Metode IDW Skenario II



Gambar 4. 10 Peta Sebaran Emisi GRK Area Merah, Kuning, dan Hijau Skenario II dalam Kecamatan di Daerah Istimewa Yogyakarta

Kecamatan yang berada di area merah dekat TPS 3R yaitu : Mantriheron.

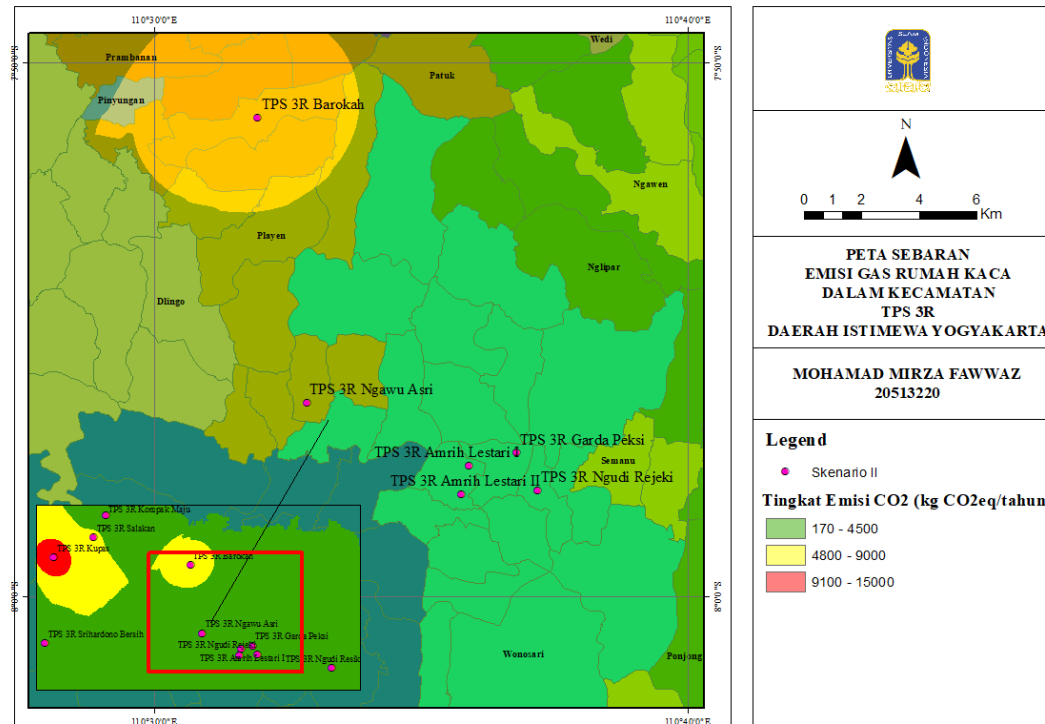
Kecamatan yang berada di area kuning dan hijau dekat TPS 3R yaitu : Sentolo, Bantul, Purwosari, Imogiri, Moyudan, Nanggulan, Sedayu, Banguntapan, Dlingo, Gamping, Lendah.



Gambar 4. 11 Peta Sebaran Emisi GRK Area Merah, Hijau, Kuning dekat TPS 3R Brama Muda Skenario II dalam Kecamatan di Daerah Istimewa Yogyakarta

Kecamatan yang berada di area merah dekat TPS 3R, yaitu : Ngaglik.

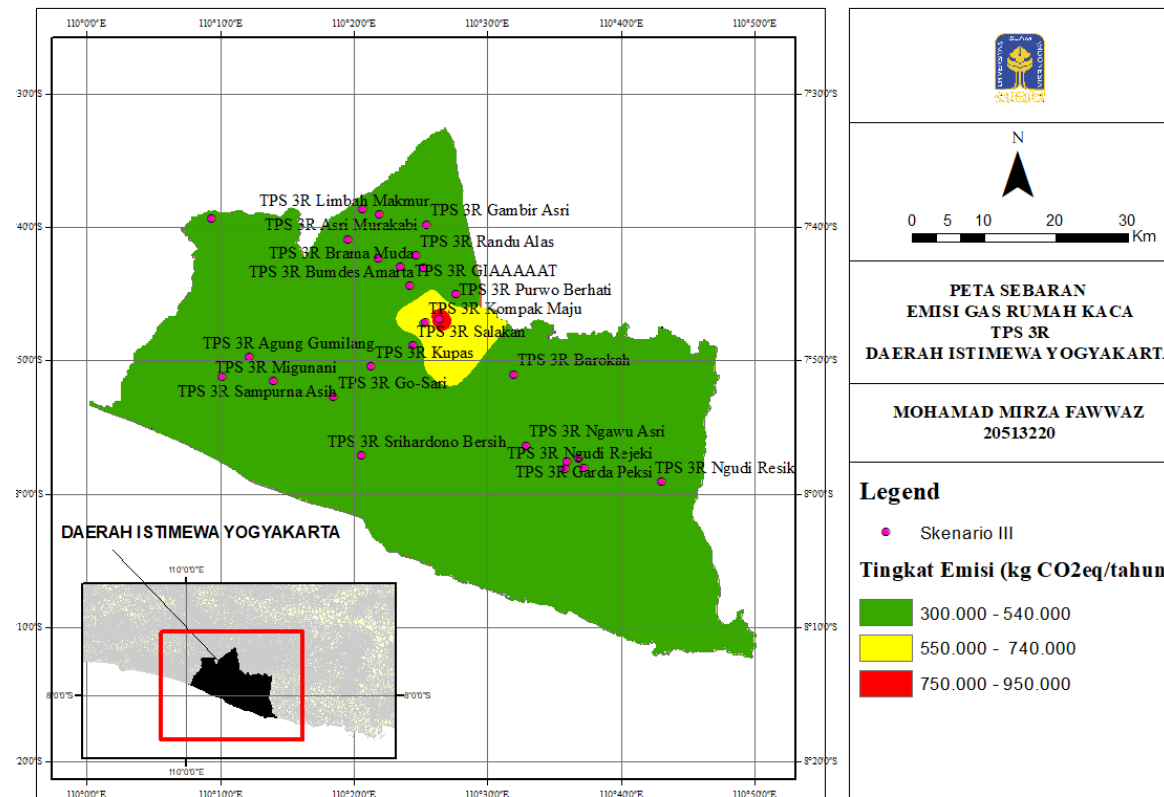
Kecamatan yang berada di area hijau, kuning dekat TPS 3R yaitu : Gamping, Tempel, Selo, Cangkringan, Srambang, Goden, Prambanan, Kalasan, Berbah, Banguntapan.



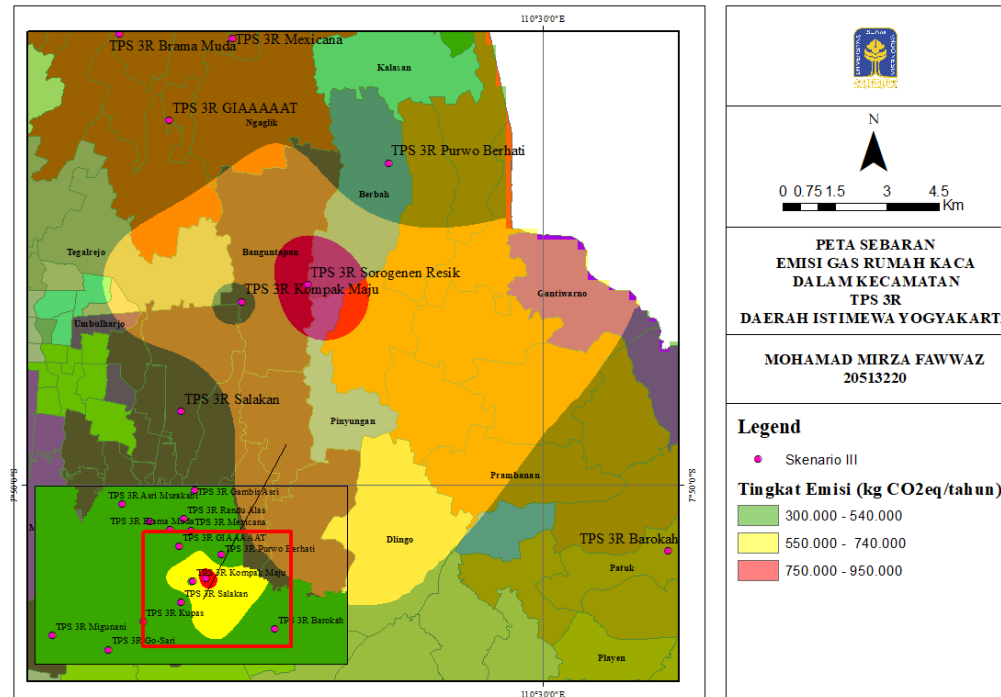
Gambar 4. 12 Peta Sebaran Emisi GRK Area Hijau, Kuning dekat TPS 3R Ngawu Asri Skenario II dalam Kecamatan di Daerah Istimewa Yogyakarta

Kecamatan yang berada di area hijau dekat TPS 3R, yaitu : Nglipar, Ngawen, Dlingo, Playen, Wonosari, Ponjong, Wedi. Kecamatan yang berada di area kuning dekat TPS 3R yaitu : Piyungan.

Skenario III



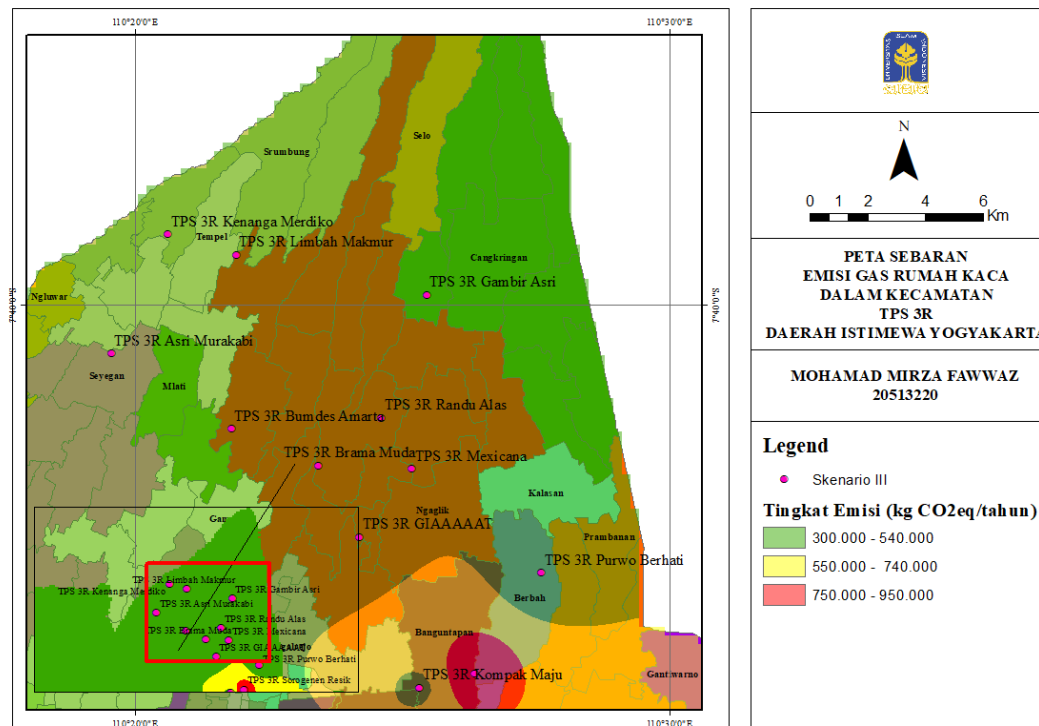
Gambar 4. 13 Pemetaan Gas Rumah Kaca Metode IDW Skenario III



Gambar 4. 14 Peta Sebaran Emisi GRK Area Merah, Hijau, Kuning dekat TPS 3R
Kupas Skenario III dalam Kecamatan di Daerah Istimewa Yogyakarta

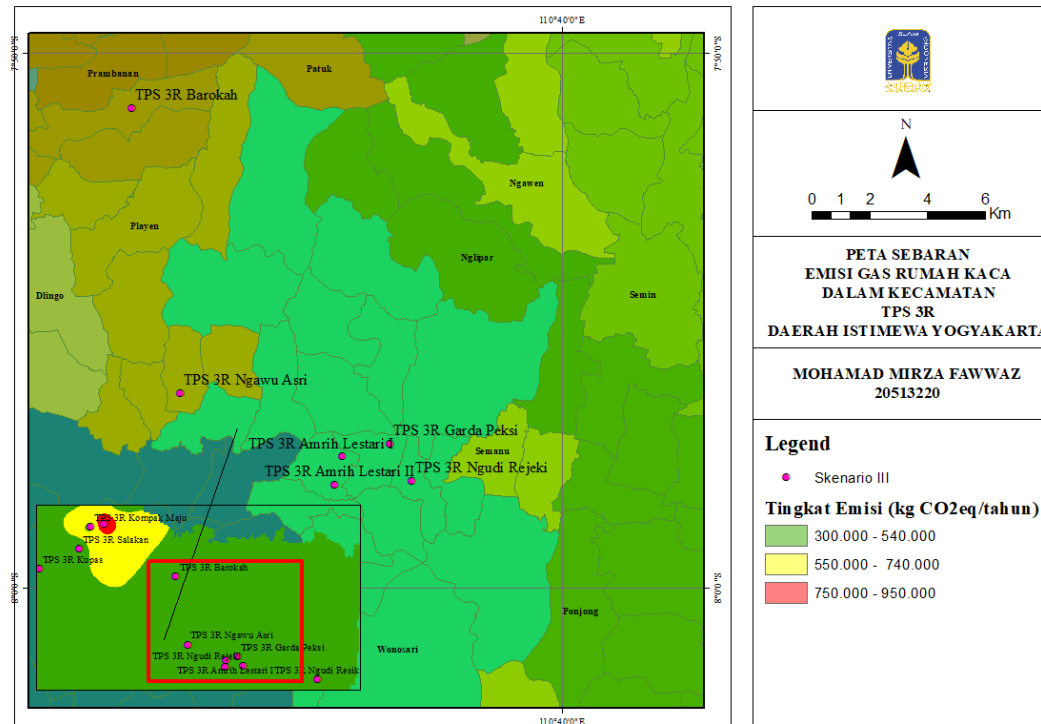
Kecamatan yang berada di area merah dekat TPS 3R, yaitu : Ngaglik.

Kecamatan yang berada di area kuning, hijau dekat TPS 3R, yaitu : Umbulharjo, Tegalrejo, Kalasan, Playen, Patuk, Prambanan, Piyungan, Dlingo.



Gambar 4. 15 Peta Sebaran Emisi GRK Area Hijau, Kuning dekat TPS 3R Brama Muda Skenario III dalam Kecamatan di Daerah Istimewa Yogyakarta

Kecamatan yang berada di area hijau dekat TPS 3R, yaitu : Cangkringan, Selo, Srumbung, Mlati, Tempel, Soyugan, Ngluwar, Goden, Banguntapan, Tegalarjo, Berbak, Prambanan, dan Kalasan
Kecamatan yang berada di area kuning dekat TPS 3R, yaitu : Banguntapan.

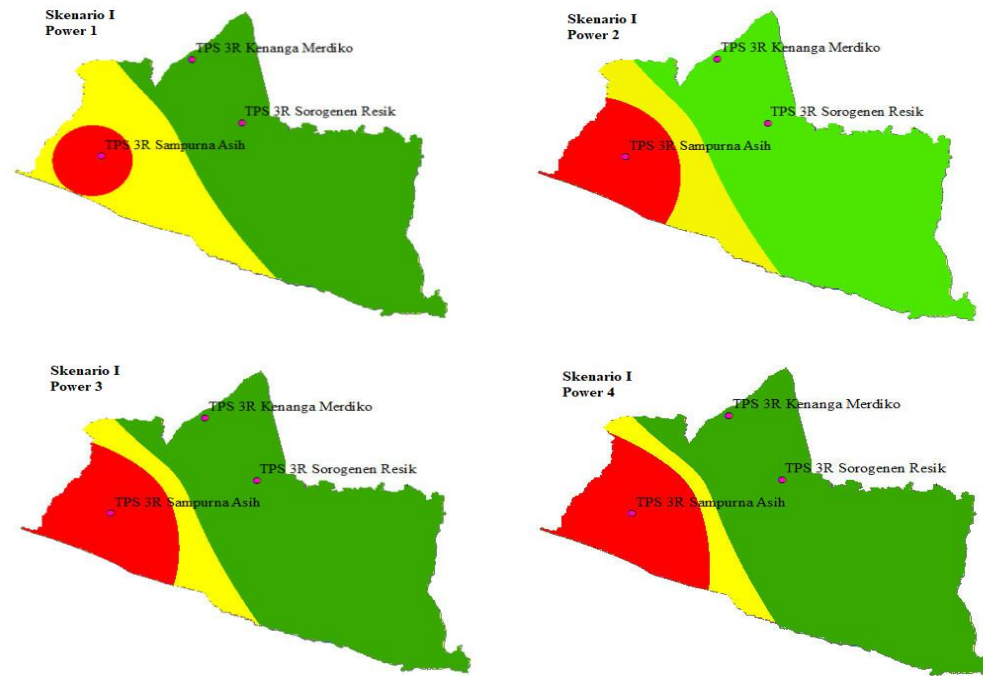


Gambar 4. 16 Peta Sebaran Emisi GRK Area Hijau dekat TPS 3R Amrih Lestari II Skenario III dalam Kecamatan di Daerah Istimewa Yogyakarta

Kecamatan yang berada di area hijau dekat TPS 3R, yaitu : Piyungan, Prambanan, Patuk, Dlingo, Wonosari, Nglipar, Playen.

4.5.2 Statistik Deskriptif Metode IDW

Statistik deskriptif ini merupakan sebuah tabel yang berisikan data mengenai minimal, maksimal, hingga standar deviasi yang diperoleh dari analisa data yang sudah dipetakan dalam arcgis. Dalam metode interpolasi, terdapat parameter *power* yang digunakan untuk menentukan pentingnya nilai data pada perhitungan interpolasi. Semakin nilai tinggi *power*, maka pengaruh dari sampel data akan berkurang dan hasil interpolasi menjadi lebih detail. Untuk gambar dari setiap skenario dapat dilihat gambar dibawah ini :



Gambar 4. 17 Statistik Deskriptif Skenario I

Dapat dicontohkan pada gambar yang terlihat bahwa semakin tinggi *power*, maka wilayah disekitar sampel dalam nilai tertinggi akan semakin membesar. Berikut tabel data dari setiap skenario :

Tabel 4. 14 Statistik Deskriptif Skenario I

Power	Min	Max	Mean	Standar Deviation
1	190	5700	3450	495,20
2	170	5800	3300	784,40
3	170	5800	3260	932,04
4	170	5800	3240	1016,01

Tabel 4. 15 Statistik Deskriptif Skenario II

Power	Min	Max	Mean	Standar Deviation
1	200	14200	4000	1525,30
2	180	14800	3800	1747,91
3	180	15000	3500	1930,20
4	180	15000	3400	2184, 98

Tabel 4. 16 Statistik Deskriptif Skenario III

Power	Min	Max	Mean	Standar Deviation
1	300000	930000	460326	28833,26
2	300000	950000	452017	40464,49
3	300000	950000	448645	48044,75
4	300000	950000	447578	52931,29

Hasil perhitungan statistik dari metode IDW dengan nilai *power* berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.15 hingga 4.17. Nilai interpolasi minimum dan maksimum tampak sama pada setiap *power* di Skenario I, dan II. Selanjutnya, nilai interpolasi tidak terlalu besar bahkan negatif. Nilai rata-rata juga

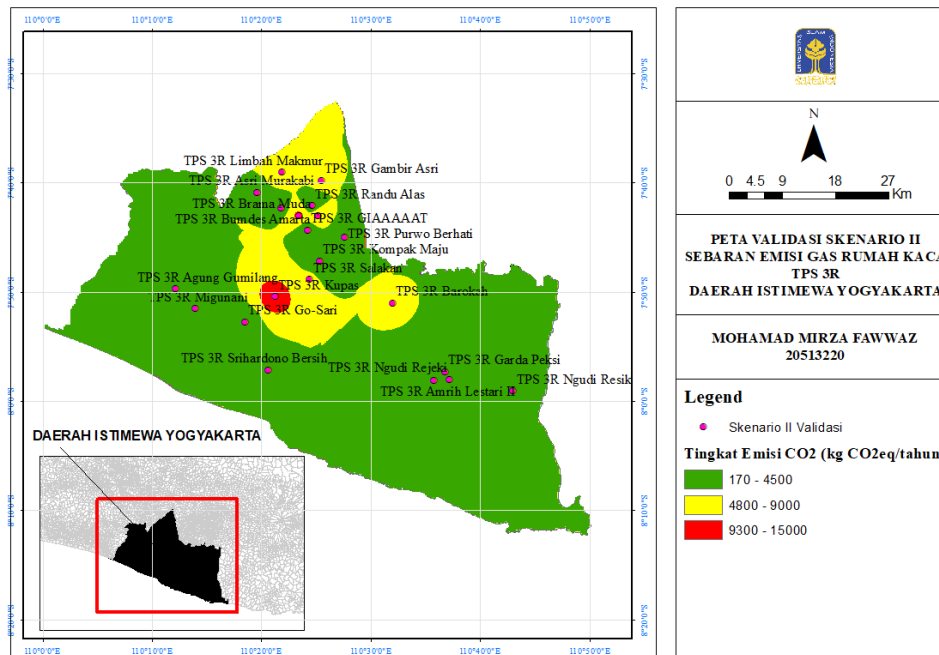
menunjukkan nilai yang sama, dan *standard deviasi* meningkat seiring dengan kenaikan *power*. Untuk nilai interpolasi minimum dan maksimum Skenario III pada setiap *power* tetap terjadi kenaikan seperti pada Skenario I dan II. Meskipun, untuk nilai yang didapatkan di Skenario III sangat berbanding jauh dengan dua skenario lainnya, dikarenakan emisi yang dihasilkan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa hasil interpolasi tidak dipengaruhi oleh perubahan *power*. Nilai hasil interpolasi juga ditentukan oleh luasnya sampel data yang dikumpulkan.

4.6 Validasi Data

Setelah semua skenario telah dipetakan, lalu diambil 3 data dari setiap skenario untuk di validasi dalam mapping tersebut. Tujuan validasi untuk mencocokkan data bahwa nilai hasil emisi gas rumah kaca pada perhitungan dan range kelas pada mapping apakah sudah sesuai range yang ada atau tidak.

Untuk skenario I, tidak di validasi dikarenakan hanya beberapa titik, sehingga sudah cukup membuktikan bahwa data pada skenario I dan pemetaan sudah benar.

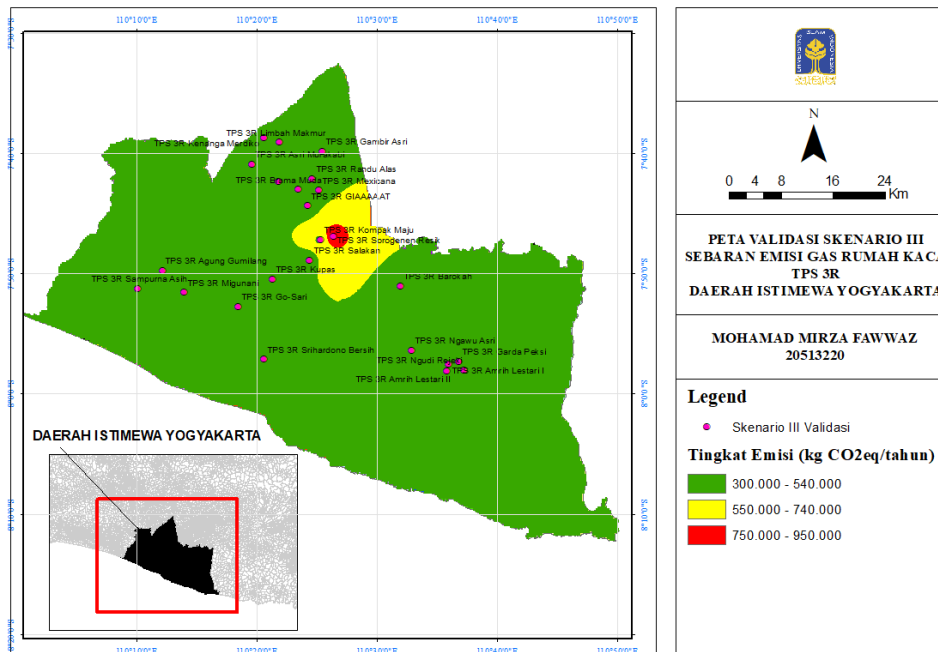
Sedangkan, untuk skenario II, data emisi gas rumah kaca yang tidak dimasukkan ke dalam pemetaan yaitu 3 TPS 3R, yaitu TPS 3R Amrih Lestari I, TPS 3R Ngawu Asri, dan TPS 3R Budi Redi Adi Menoreh. Berikut merupakan gambar pemetaan validasi dari skenario II :



Gambar 4. 20 Validasi Data Skenario II

Setelah melihat dari validasi data di Skenario II, apabila dibandingkan Pemetaan Skenario Gambar 4.9, bahwa beberapa titik yang hilang tersebut tidak merubah untuk pewarnaan yang dihasilkan dalam metode IDW pada Gambar 4.21, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk perhitungan data skenario II apabila di validasi sudah benar.

Selanjutnya untuk skenario III, data emisi gas rumah kaca yang tidak dimasukkan ke dalam pemetaan yaitu 3 TPS 3R, yaitu TPS 3R Budi Redi Adi Menoreh, TPS 3R Ngudi Resik, dan TPS 3R Purwo Berhati. Berikut merupakan gambar pemetaan validasi dari skenario III :



Gambar 4. 21 Validasi Data Skenario III

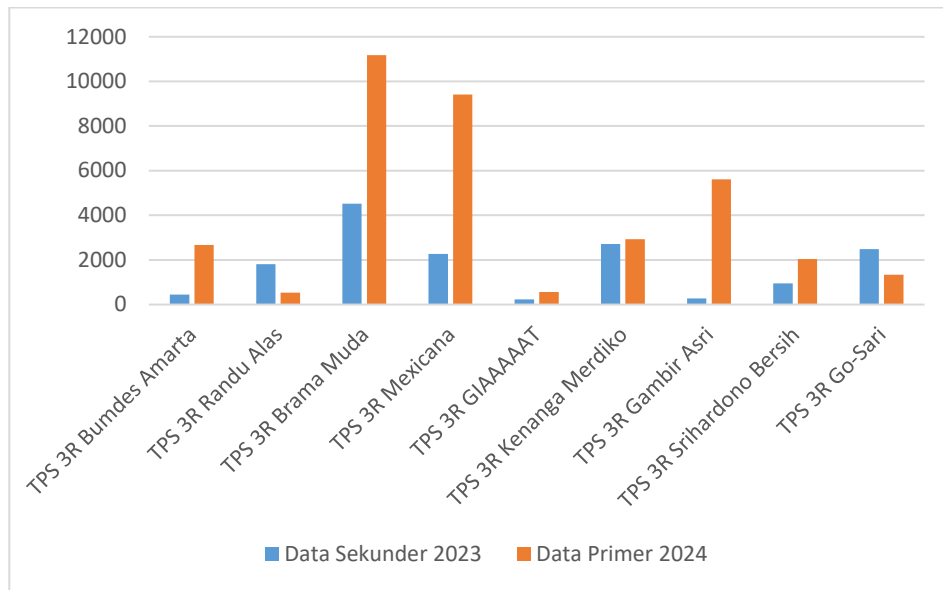
Setelah melihat dari validasi data di Skenario III, apabila dibandingkan Pemetaan Skenario III pada Gambar 4.13, bahwa beberapa titik yang hilang tersebut tidak merubah untuk pewarnaan yang dihasilkan dalam metode IDW pada Gambar 4.21, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk perhitungan data skenario III apabila di validasi sudah benar.

4.7 Perbandingan Data Primer dengan Penelitian Sebelumnya

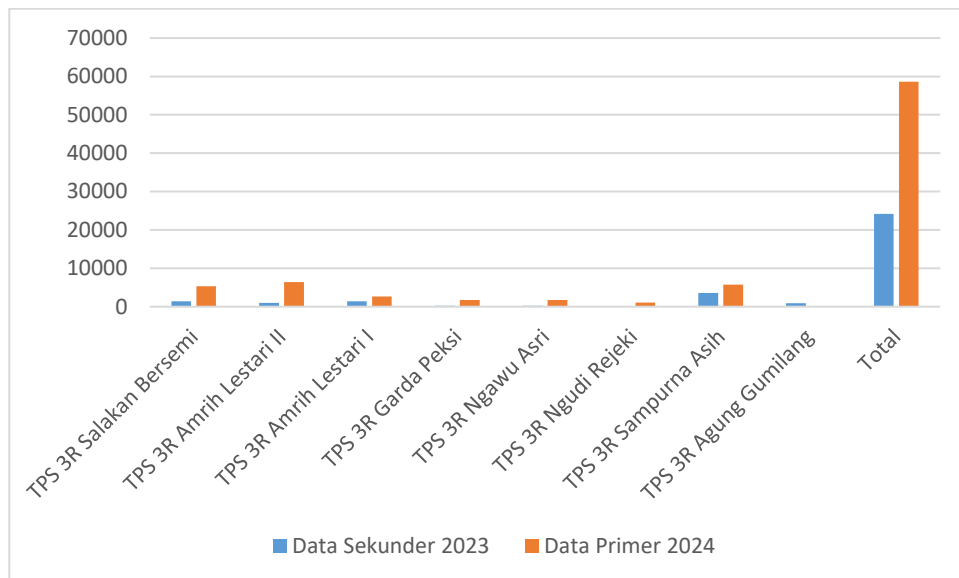
Perbandingan data primer dengan data sekunder yang dimaksud yaitu data primer yang diambil saat ini setelah kondisi darurat sampah dan data sekunder yang diambil sebelum kondisi darurat sampah mengenai jumlah emisi gas rumah kaca. Untuk data penelitian sebelumnya dengan jumlah 17 TPS 3R. Untuk jumlah data primer melebihi dari data sekunder pada penelitian sebelumnya. Namun, yang dilakukan perbandingan mengikuti jumlah TPS 3R pada penelitian sebelumnya. Berikut merupakan data, grafik, dan pemetaan untuk perbandingannya :

Tabel 4. 17 Perbandingan Data Primer dan Sekunder

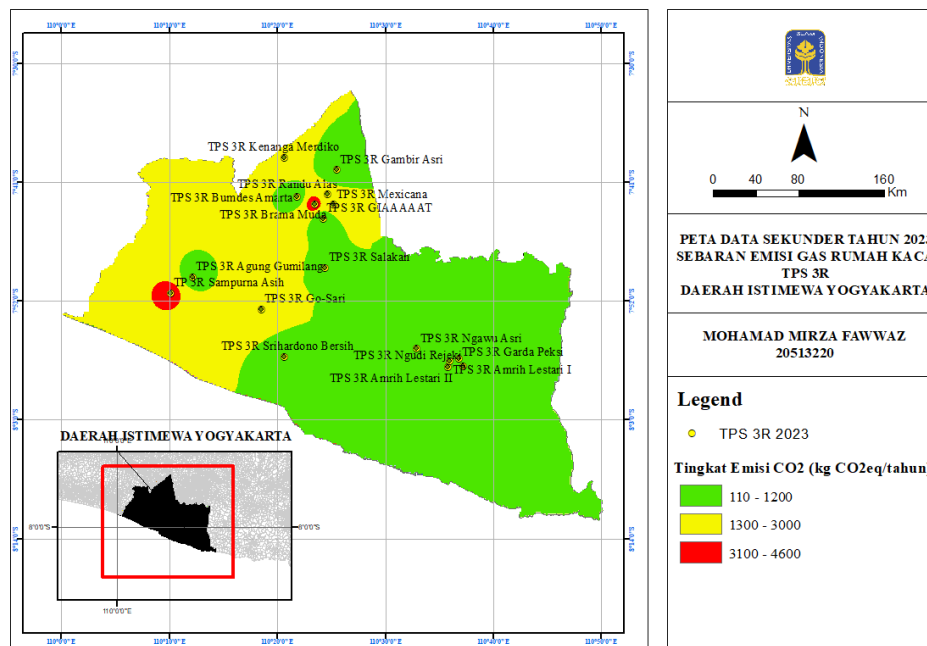
Perbandingan Data Primer dan Penelitian Sebelumnya		
Nama TPS 3R	Emisi CO ₂ (kg CO ₂ eq/tahun)	
	Penelitian Sebelumnya 2023	Data Primer 2024
TPS 3R Bumdes Amarta	452.473	2673.54
TPS 3R Randu Alas	1809.89	534.71
TPS 3R Brama Muda	4524.73	11181.54
TPS 3R Mexicana	2262.36	9410.88
TPS 3R GIAAAAAT	226.237	556.99
TPS 3R Kenanga Merdiko	2714.84	2927.53
TPS 3R Gambir Asri	271.484	5614.44
TPS 3R Srihardono Bersih	950.44	2033.01
TPS 3R Go-Sari	2477.93	1336.77
TPS 3R Salakan Bersemi	1425.66	5347.09
TPS 3R Amrih Lestari II	987.76	6416.51
TPS 3R Amrih Lestari I	1419.2	2673.54
TPS 3R Garda Peksi	283.84	1782.36
TPS 3R Ngawu Asri	255.45	1782.36
TPS 3R Ngudi Rejeki	113.53	1091.70
TPS 3R Sampurna Asih	3573.20	5765.94
TPS 3R Agung Gumilang	893.30	200.52
Total	24189.85	58655.89



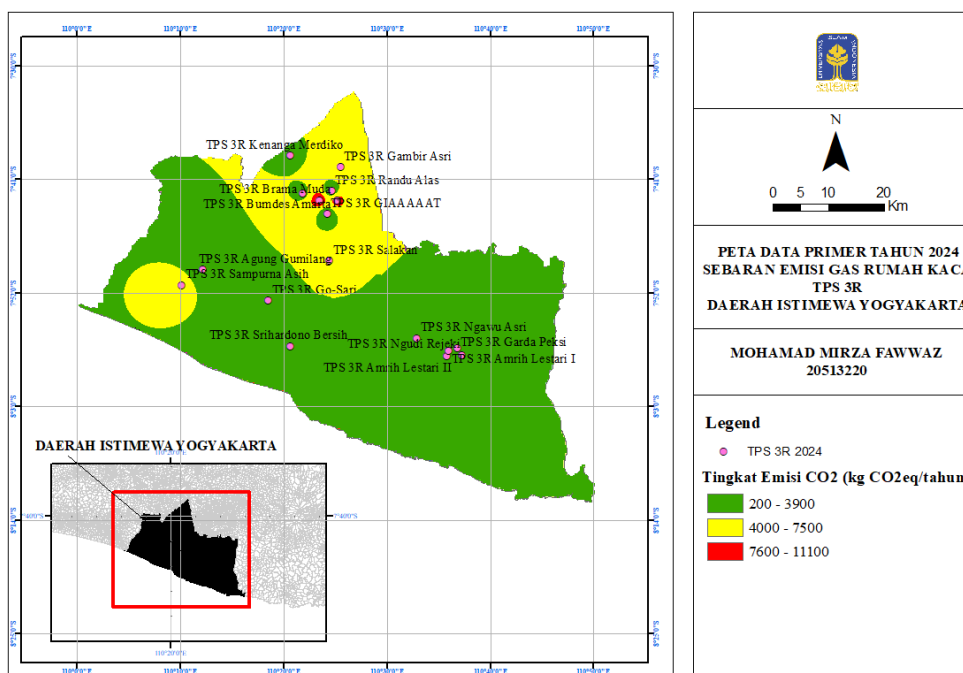
Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan Data Primer dan Sekunder



Gambar 4. 23 Grafik Lanjutan Perbandingan Data Primer dan Sekunder



Gambar 4. 24 Data Sekunder TPS 3R



Gambar 4. 25 Data Primer Tahun 2024

Menurut data yang tertera baik dari data, grafik dapat dinilai bahwa terjadi fluktuasi untuk hasil emisi CO₂ pada kegiatan pengomposan sampah. Terjadi akibat beberapa faktor, seperti bahan kompos yaitu sampah sendiri yang semakin menumpuk sehingga kompos yang dihasilkan dapat menyebabkan emisi CO₂ yang meningkat dibandingkan tahun sebelumnya. Untuk pemetaan, terdapat dua TPS yang tetap meningkat, yaitu TPS 3R Brama Muda, dan TPS 3R Mexicana. Dua TPS 3R tersebut tetap ditandai dengan warna merah dikarenakan jumlah CO₂ yang besar. Untuk TPS 3R lainnya jauh berbeda untuk pemetaannya, dikarenakan disesuaikan dengan data yang telah diketahui.

Hasil perbandingan tersebut dibedakan dengan kecamatan yang tergabung dalam area, baik hijau, kuning, dan merah dalam setiap skenario. Selain itu, hasil perbandingan ini semestinya baik, dikarenakan mengurangi sampah organik yang menumpuk pada setiap TPS 3R dengan melakukan pengelolaan yaitu pengomposan. Namun, disisi lain hasil pengomposan tersebut justru menyebabkan emisi gas rumah kaca yaitu CO₂ yang besar. Dengan demikian, untuk hasil emisi CO₂ dalam perbandingan setelah darurat sampah lebih tinggi dibandingkan kondisi sebelum darurat sampah yang dapat berakibat buruk bagi lingkungan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan emisi gas rumah kaca pada kegiatan pengomposan TPS 3R di Daerah Istimewa Yogyakarta, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kegiatan pengomposan di TPS 3R Daerah Istimewa Yogyakarta umumnya sama terdiri dari beberapa tahapan baik dari pemilahan sampah hingga pematangan kompos. Lalu, untuk metode pengomposan di TPS 3R Daerah Istimewa Yogyakarta hampir semua menggunakan *open windrow*.
2. Jumlah total emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan pengomposan yaitu sebesar 93.430 kg CO₂eq/tahun. Untuk visualisasi emisi gas rumah kaca dalam kegiatan pengomposan di TPS 3R menggunakan metode IDW, hasil emisi gas rumah kaca yang tinggi ditandai dengan warna merah seperti TPS 3R Kupas sebesar 14.259 kg CO₂eq/tahun dan TPS 3R Brama Muda 11.152 kg CO₂eq/tahun. Sedangkan, untuk TPS 3R lainnya dalam hasil emisi gas rumah kaca menengah ditandai dengan warna kuning dan hasil emisi gas rumah kaca tidak tinggi dan menengah ditandai dengan warna hijau.
3. Jumlah emisi gas rumah kaca pada kondisi sebelum darurat sampah sebesar 24.189,85 kg CO₂eq/tahun dan setelah darurat sampah sebesar 58.655,89 kg CO₂eq/tahun. Hasil tersebut dinyatakan bahwa hasil emisi gas rumah kaca setelah darurat sampah terlihat lebih meningkat dari kondisi sebelum darurat sampah. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi Daerah Istimewa Yogyakarta pada setelah darurat sampah yaitu kegiatan pengelolaan sampah banyak yang tidak terkelola oleh petugas TPS 3R serta tutupnya salah satu TPA yaitu TPA Piyungan untuk kegiatan pengelolaan

setelah di TPS 3R. Selain itu, terjadi fluktuasi yang sangat terlihat hasil emisi gas rumah kaca di beberapa TPS 3R pada kondisi sebelum darurat sampah dan setelah darurat sampah yaitu TPS 3R Brama Muda, TPS 3R Mexicana, dan TPS 3R Gambir Asri.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, terdapat beberapa saran yaitu:

1. Beberapa TPS 3R yang sudah tidak aktif dalam kegiatan pengomposan, diharapkan untuk diaktifkan kembali dikarenakan pengomposan sangat efektif untuk mereduksi sampah organik yang dihasilkan sebelum ke TPA.
2. Diperlukan pengoptimalan TPS 3R dengan menggunakan alat penangkap gas metana agar gas yang dikeluarkan oleh kegiatan pengolahan kompos dapat direduksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Addinsyah, A., Herumurti. W. (2017). **Studi Timbulan Dan Reduksi Sampah Rumah Kompos Serta Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Di Surabaya Timur**. *Jurnal Teknik ITS*, **6**(1), 62–67.
- Adinatha, I. K., & Arif, C. (2022). **Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Berdasarkan Penggunaan Lahan di Kota Bogor**. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, **7**(1), 49–64.
- Anifah, M. E., dkk. (2021). **Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Kegiatan Pengelolaan Sampah Di Kelurahan Karang Joang, Balikpapan**. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, **13**(1), 17–33.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman. (2022). **Kabupaten Sleman Dalam Angka 2022**. Yogyakarta.
- Balaganesh, P. et al. (2020). **Improving Soil Fertility and Nutrient Dynamics with Leachate Attributes from Sewage Sludge by Impoundment and Co-Composting**. *Clean - Soil, Air, Water*, **48**(12), pp. 1–9.
- Damanhuri, E., Padmi, T. (2010). **Diktat Kuliah Pengelolaan Sampah**. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Devadoss, P. S. M., dkk. (2021). **Implications Of Municipal Solid Waste Management On Greenhouse Gas Emissions In Malaysia And The Way Forward**. *Waste Management*, **119**, 135–144.
- Fitri, R. F., Ati, N. U., & Suyeno. (2019). **Implementasi Kebijakan Pemerintah dalam Inovasi Pengelolaan Sampah Terpadu**. *Jurnal Respon Publik*, **13**(4), 12–18
- IPCC. (2006). **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 1, 2, 3, 4, and 5**, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- IPCC, AR Sixth. (2021). **The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity; In Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. The Sixth Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change. United Kingdom: Cambridge University Press.

- Irwansyah, Edi., (2013). **Sistem Infomasi Geografis : Prinsip Dasar Dan Pengembangan Aplikasi**. Yogyakarta.
- Ismail, A. (2020). **Potensi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (Grk) Dalam Kegiatan Belajar Di Rumah Secara on-Line: Analisis Jejak Karbon (Carbon Footprint Analysis)**. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 6(2), 195–203.
- Jensen, J dan Jensen R. (2013). **Introductory Gepgraphic Information Systems, Pearson**, United State of America.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2019). **Faktor Emisi Gas Rumah Kaca Sistem Interkoneksi Ketenagalistrikan**. Jakarta
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2012). **Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II-Volume 1 Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca**. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2013). **Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sejenis Sampah Rumah Tangga**.
- Komala, O., Sugiharti, D., & Darda, R. I. (2012). **Pengolahan Sampah Organik Menggunakan Mikroorganisme**. *Ekologia*, 12(2), 1.
- Kristanto,G.A.,& Koven, W. (2020). **Estimating greenhouse gas emissions from municipal solid waste management in Depok, Indonesia**. *City and Environment Interactions*, 4.
- Kristanto, G. A., Pratama, M. A., & Rahmawati, D. F. (2020). **Estimation of greenhouse gas emissions from solid waste management and wastewater treatment in the Nizam Zachman Fishery Port, Jakarta, Indonesia**. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 423(1).
- Lundie, S., Schulz, M., dan Petters, G. (2009). **Carbon Footprint Measurement – Methodology Report**. The Center for Water and Waste Technology, Scion and AgResearch. USA
- Marlena., dkk. (2020). **Evaluasi Kinerja Aset Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) di Kabupaten Sidoarjo**. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 4(3), 211–218
- Mustika sari, Agus. (2018). **Estimasi emisi metana (CH₄) dari TPA Tamangapa**. Universitas Hasanudin.

- Nik, H., Agus, T., & M. Wiji, P. (2022). **Strategi Penanggulangan Pemanasan Global Terhadap Dampak Laju Perekonomian Dalam Pandangan Islam.** *Jurnal Dinamika Ekonomi Syariah*, 9(2), 168–183.
- Pattiasina, M. K., Tondobala, L., & Lakat, R. S. (2018). **Analisis Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Berbasis Geography Information System (GIS) Di Kota Tomohon.** *Jurnal Spasial (Program Studi Perencanaan Wilayah Dan Kota)*, 5(3), 449–460.
- Rahmawati, R., Safitri, D., & Fairuzdhiya, O. U. (2015). **Analisis Spasial Pengaruh Tingkat Pengangguran Terhadap Kemiskinan di Indonesia.** *Media Statistika*, 8(1), 23–30.
- Setiawan, A. (2021). **Membenahi Tata Kelola Sampah Nasional.** Indonesia.Go.Id. h
- Slamet, Juli Soemirat. (2014). **Kesehatan Lingkungan.** Yogyakarta : UGM PRESS.
- SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan.
- Sulistiawati, E & Yuwono, B. E. (2019). **Analisis Tingkat Efisiensi Energi Dalam Penerapan Solar Panel Pada Atap Rumah Tinggal.** *Seminar Intelektual Muda #2.* 5 September 2019, 325–330.
- Undang-Undang Republik Indonesia. (2008). **Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008.**
- Wiguna, A. S. (2023). **Studi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Pada Aktivitas Operasional TPS 3R Di Kabupaten Bantul.** Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran I. Perhitungan Kegiatan Pengomposan TPS 3R

- Skenario I

Tipe Teknologi Pengolahan Biologi	Faktor Emisi CH ₄ (g CH ₄ /kg limbah)	Faktor Emisi N ₂ O (g N ₂ O/kg limbah)
	Basis berat basah	Basis berat basah
Pengomposan	4	0.3

Nilai *Global Warming Potential* (GWP)

No	Jenis Gas	Periode 100 Tahun
		GWP (CO ₂ eq)
1	CO ₂	1
2	CH ₄ -non fossil	27
3	CH ₄ -fossil	29,8
4	N ₂ O	273

Sumber : IPCC, 2021.

Tabel Hasil Perhitungan CH₄ dan N₂O =

Emisi CH ₄ dan N ₂ O							
Daftar TPS 3R	Massa sampah yang dikomposkan	Hasil Emisi CH ₄		GWP CH ₄	Hasil Emisi N ₂ O		GWP N ₂ O
	(gg/tahun)	(gg/CH ₄)	(kg/CH ₄)	kg CO ₂ eq/tahun	(gg/N ₂ O)	(kg/N ₂ O)	kg CO ₂ eq/tahun
TPS 3R Sampurna Asih	0,00776	0,000031056	31,06	839	0,00000233	2,33	636
TPS 3R Sorogenen Resik	0.00378	0.00001512	15.12	408	0,00000113	1,13	310
TPS 3R Kenanga Merdiko	0.00394	0.000015768	15.77	426	0,00000118	1,18	323

Contoh Perhitungan **TPS 3R Sampurna Asih** =

Emisi CH₄

$$\text{Emisi CH}_4 \text{ (Gg CH}_4\text{)} = \sum (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R$$

$$\begin{aligned} \text{CH}_4 &= 0,00776 \text{ Gg/tahun} \times 4 \text{ G CH}_4/\text{kg} \times 10^{-3} - 0 \\ &= 0,000031056 \text{ Gg/CH}_4 \\ &= 31,056 \text{ kg/CH}_4 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Nilai GWP CH₄ pada tabel IPCC yaitu 27. Jadi masukkan kedalam rumus,

$$\begin{aligned}\text{GWP (kg CO}_2\text{eq/tahun)} &= \text{Total emisi GRK} \times \text{Nilai GWP} \\ \text{GWP CH}_4 &= 31,056 \text{ kg/CH}_4 \text{ tahun} \times 27 \text{ kg CO}_2\text{/eq} \\ &= 839 \text{ kg CO}_2\text{eq/tahun}\end{aligned}$$

Emisi N₂O

$$\begin{aligned}\text{Emisi N}_2\text{O (Gg N}_2\text{O)} &= \sum (M_i \times \text{EF}_i) \times 10^{-3} \\ \text{N}_2\text{O} &= 0,00776 \text{ Gg/tahun} \times 0,3 \text{ G N}_2\text{O/kg} \times 10^{-3} \\ &= 0,00000233 \text{ Gg/N}_2\text{O} \\ &= 2,329 \text{ kg/CH}_4 \text{ tahun}\end{aligned}$$

Nilai GWP N₂O pada tabel IPCC yaitu 273. Jadi masukkan kedalam rumus,

$$\begin{aligned}\text{GWP N}_2\text{O} &= 2,329 \text{ kg/CH}_4 \text{ tahun} \times 273 \text{ kg CO}_2\text{/eq} \\ &= 636 \text{ kg CO}_2\text{eq/tahun}\end{aligned}$$

Perhitungan CO₂ =

Jenis Sampah	Komposisi Sampah DIY	Komposisi sampah yang dikomposkan
Sisa Makanan	52,10%	0,997
Kayu,ranting	0,14%	0,003

Perhitungan komposisi sampah yang dikomposkan =

Sisa Makanan = $0,5210 / (0,5210 + 0,14) = 0,997$

Kayu/Ranting = $0,0014 / (0,5210 + 0,14) = 0,003$

Nilai DOCi

Komposisi Sampah	DOC Berat Basah	
	Default	Range
Sisa Makanan	15	8 - 20
Kayu	43	39 - 46

Nilai DOCi yang digunakan dalam menghitung CHWP yaitu :

DOCi pada sisa makanan = 0,15

DOCi pada kayu = 0,43

Emisi CO2											
Daftar TPS 3R	Massa sampah yang dikomposkan	Komposisi Sampah		Sisa Makanan			Kayu/Ranting			Hasil Emisi	GWP CO2
	(gg/tahun)	Sisa Makanan	Kayu/Ranting	CHWP	Emisi CO2 (gg/CO2)	Emisi CO2 (kg/CO2)	CHWP	Emisi CO2 (gg/CO2)	Emisi CO2 (kg/CO2)		kgCO2eq/tahun
TPS 3R Sampurna Asih	0.00776	0.997	0.003	0.00116148	0.00425876	4258.76	0.0000089	0.000033	32.80	4292	4292
TPS 3R Sorogenen Resik	0.00378	0.997	0.003	0.00056548	0.00207343	2073.43	0.0000044	0.000016	15.97	2089	2089
TPS 3R Kenanga Merdiko	0.00394	0.997	0.003	0.00058972	0.00216229	2162.29	0.0000045	0.000017	16.66	2179	2179

Perhitungan =

Sisa Makanan

Rumus :

CHWP

$$= \sum W_i \times M \times DOC_i$$

$$= 0,00776 \times 0,997 \times 0,15$$

CHWP

$$= 0,00116148 \text{ Gg C/Tahun}$$

Emisi CO₂

$$= \frac{Mr}{Ar} \times C \text{ HWP}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{44}{12} \times 0,00116148 \\
 \text{Emisi CO}_2 &= 0,004258 \text{ Gg/CO}_2 \\
 &= 4258,76 \text{ kg/CO}_2
 \end{aligned}$$

Kayu dan Ranting

Rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{CHWP} &= \sum W_i \times M \times \text{DOC}_i \\
 &= 0,00776 \times 0,003 \times 0,43 \\
 \text{CHWP} &= 0,0000089 \text{ Gg C/Tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Emisi CO}_2 &= \frac{Mr}{Ar} \times C \text{ HWP} \\
 &= \frac{44}{12} \times 0,0000089
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Emisi CO}_2 &= 0,000033 \text{ Gg/CO}_2 \\
 &= 32,80 \text{ kg/CO}_2
 \end{aligned}$$

Total Emisi CO₂ :

$$\begin{aligned}
 \text{Emisi CO}_2 &= 4258,76 \text{ kg/CO}_2 + 32,80 \text{ kg/CO}_2 \\
 &= 4292 \text{ kg/CO}_2
 \end{aligned}$$

Nilai GWP CO₂ pada tabel IPCC yaitu 1. Jadi masukkan kedalam rumus,

$$\text{GWP CO}_2 = 4292 \text{ kg/CO}_2 \text{ tahun} \times 1 \text{ kg CO}_2/\text{eq}$$

$$= 839 \text{ kg CO}_2\text{eq/tahun}$$

Rekap Hasil Emisi Skenario I :

Daftar TPS 3R	GWP (kg CO ₂ eq/tahun)			Total Emisi (kg CO ₂ eq/tahun)
	Emisi CH ₄	Emisi N ₂ O	Emisi CO ₂	
TPS 3R Sampurna Asih	839	636	4292	5766
TPS 3R Sorogenen Resik	408	310	2089	2807
TPS 3R Kenanga Merdiko	426	323	2179	2928

- **Skenario II**

Tabel Hasil Perhitungan CH₄ dan N₂O =

Daftar TPS 3R	Massa sampah yang dikomposkan	Hasil Emisi		GWP CH ₄	Hasil Emisi		GWP N ₂ O
	(gg/tahun)	(gg/CH ₄)	(kg/CH ₄)	(kg CO ₂ eq/tahun)	(gg/N ₂ O)	(kg/N ₂ O)	(kg CO ₂ eq/tahun)
TPS 3R Kupas	0.01920	0.00007680	76.8	2074	0.0000058	5.76	1572
TPS 3R Migunani	0.00060	0.00000240	2.4	65	0.0000002	0.18	49
TPS 3R Agung Gumilang	0.00027	0.00000108	1.08	29	0.0000001	0.08	22
TPS 3R Budi Redi Adi Menoreh	0.00024	0.00000096	0.96	26	0.0000001	0.07	20
TPS 3R Ngawu Asri	0.00240	0.00000960	9.6	259	0.0000007	0.72	197
TPS 3R Garda Peksi	0.00240	0.00000960	9.6	259	0.0000007	0.72	197
TPS 3R Ngudi Rejeki	0.00147	0.00000588	5.88	159	0.0000004	0.44	120
TPS 3R Barokah	0.00864	0.00003456	34.56	933	0.0000026	2.59	708
TPS 3R Amrih Lestari II	0.00360	0.00001440	14.4	389	0.0000011	1.08	295
TPS 3R Amrih Lestari I	0.00108	0.00000432	4.32	117	0.0000003	0.32	88
TPS 3R Mexicana	0.01267	0.00005069	50.688	1369	0.0000038	3.80	1038
TPS 3R Limbah Makmur	0.00810	0.00003240	32.4	875	0.0000024	2.43	663
TPS 3R Asri Murakabi	0.00576	0.00002304	23.04	622	0.0000017	1.73	472
TPS 3R Gambir Asri	0.00756	0.00003024	30.24	816	0.0000023	2.27	619

Daftar TPS 3R	Massa sampah yang dikomposkan	Hasil Emisi		GWP CH4	Hasil Emisi		GWP N2O
	(gg/tahun)	(gg/CH4)	(kg/CH4)	(kg CO2eq/tahun)	(gg/N2O)	(kg/N2O)	(kg CO2eq/tahun)
TPS 3R Brama Muda	0.01506	0.00006023	60.23	1626	0.0000045	4.52	1233
TPS 3R Bumdes Amarta	0.00360	0.00001440	14.4	389	0.0000011	1.08	295
TPS 3R Randu Alas	0.00072	0.0000029	2.88	78	0.00000022	0.22	59
TPS 3R GIAAAAAT	0.00075	0.0000030	3.00	81	0.00000023	0.23	61
TPS 3R Purwo Berhati	0.00068	0.0000027	2.70	73	0.00000020	0.20	55
TPS 3R Kompak Maju	0.00352	0.0000141	14.08	380	0.00000106	1.06	288
TPS 3R Srihardono Bersih	0.00274	0.0000110	10.95	296	0.00000082	0.82	224
TPS 3R Ngudi Resik	0.00027	0.0000011	1.08	29	0.00000008	0.08	22
TPS 3R Go-Sari	0.0018	0.0000072	7.20	194	0.00000054	0.54	147
TPS 3R Salakan	0.0072	0.0000288	28.80	778	0.00000216	2.16	590

Contoh Perhitungan **TPS 3R Amrih Lestari II** =

Emisi CH4

$$\begin{aligned}
 \text{Emisi CH}_4 \text{ (Gg CH}_4\text{)} &= \sum (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R \\
 \text{CH}_4 &= 0,0036 \text{ Gg/tahun} \times 4 \times 10^{-3} - 0 \\
 &= 0,0000144 \text{ Gg/CH}_4 \\
 &= 14,4 \text{ kg/CH}_4 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

Nilai GWP CH₄ pada tabel IPCC yaitu 27. Jadi masukkan kedalam rumus,

$$\begin{aligned}
 \text{GWP CH}_4 &= 14,4 \text{ kg/CH}_4 \text{ tahun} \times 27 \text{ kg CO}_2/\text{eq} \\
 &= 389 \text{ kg CO}_2\text{eq/tahun}
 \end{aligned}$$

Emisi N₂O

$$\begin{aligned}
 \text{Emisi N}_2\text{O (Gg N}_2\text{O)} &= \sum (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R \\
 \text{N}_2\text{O} &= 0,00036 \times 0,3 \times 10^{-3} \\
 &= 0,0000011 \text{ Gg/N}_2\text{O} \\
 &= 1,08 \text{ kg/CH}_4 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

Nilai GWP N₂O pada tabel IPCC yaitu 273. Jadi masukkan kedalam rumus,

$$\begin{aligned}
 \text{GWP N}_2\text{O} &= 1,08 \text{ kg/CH}_4 \text{ tahun} \times 273 \text{ kg CO}_2/\text{eq} \\
 &= 295 \text{ kg CO}_2\text{eq/tahun}
 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Perhitungan Emisi CO₂ =

Daftar TPS 3R	Massa sampah yang dikomposkan	Komposisi Sampah		Sisa Makanan			Kayu/Ranting			Hasil Emisi	GWP CO ₂
	(gg/tahun)	Sisa Makanan	Kayu/Ranting	CHWP	Emisi CO ₂ (gg/CO ₂)	Emisi CO ₂ (kg/CO ₂)	CHWP	Emisi CO ₂ (gg/CO ₂)	Emisi CO ₂ (kg/CO ₂)		kg CO ₂ eq/tahun
TPS 3R Kupas	0.01920	0.997	0.003	0.00287	0.01053	10531.70	0.0000221	0.000081	81.12	10612.82	10613
TPS 3R Migunani	0.00060	0.997	0.003	0.00009	0.00033	329.12	0.0000007	0.000003	2.54	331.65	332
TPS 3R Agung Gumilang	0.00027	0.997	0.003	0.00004	0.00015	148.10	0.0000003	0.000001	1.14	149.24	149
TPS 3R Budi Redi Adi Menoreh	0.00024	0.997	0.003	0.00004	0.00013	131.65	0.0000003	0.000001	1.01	132.66	133
TPS 3R Ngawu Asri	0.00240	0.997	0.003	0.00036	0.00132	1316.46	0.0000028	0.000010	10.14	1326.60	1327
TPS 3R Garda Peksi	0.00240	0.997	0.003	0.00036	0.00132	1316.46	0.0000028	0.000010	10.14	1326.60	1327
TPS 3R Ngudi Rejeki	0.00147	0.997	0.003	0.00022	0.00081	806.33	0.0000017	0.000006	6.21	812.54	813
TPS 3R Barokah	0.00864	0.997	0.003	0.00129	0.00474	4739.27	0.0000100	0.000037	36.50	4775.77	4776

Daftar TPS 3R	Massa sampah yang dikomposkan	Komposisi Sampah		Sisa Makanan			Kayu/Ranting			Hasil Emisi	GWP CO ₂
	(gg/tahun)	Sisa Makanan	Kayu/Ranting	CHWP	Emisi CO ₂ (gg/CO ₂)	Emisi CO ₂ (kg/CO ₂)	CHWP	Emisi CO ₂ (gg/CO ₂)	Emisi CO ₂ (kg/CO ₂)		kg CO ₂ eq/tahun
TPS 3R Amrih Lestari II	0.00360	0.997	0.003	0.00054	0.00197	1974.69	0.0000221	0.000081	81.12	10612.82	10613
TPS 3R Amrih Lestari I	0.00108	0.997	0.003	0.00016	0.00059	592.41	0.0000007	0.000003	2.54	331.65	332
TPS 3R Mexicana	0.01267	0.997	0.003	0.00190	0.00695	6950.92	0.0000003	0.000001	1.14	149.24	149
TPS 3R Limbah Makmur	0.00810	0.997	0.003	0.00121	0.00444	4443.06	0.0000003	0.000001	1.01	132.66	133
TPS 3R Asri Murakabi	0.00576	0.997	0.003	0.00086	0.00316	3159.51	0.0000028	0.000010	10.14	1326.60	1327
TPS 3R Gambir Asri	0.00756	0.997	0.003	0.00113	0.00415	4146.86	0.0000028	0.000010	10.14	1326.60	1327
TPS 3R Brama Muda	0.01506	0.997	0.003	0.00225	0.00826	8258.75	0.0000017	0.000006	6.21	812.54	813
TPS 3R Bumdes Amarta	0.00360	0.997	0.003	0.00054	0.00197	1974.69	0.0000100	0.000037	36.50	4775.77	4776
TPS 3R Randu Alas	0.00072	0.997	0.003	0.00011	0.00039	394.94	0.0000041	0.000015	15.21	1989.90	1990
TPS 3R GIAAAAAT	0.00075	0.997	0.003	0.00011	0.00041	411.39	0.0000012	0.000005	4.56	596.97	597

Daftar TPS 3R	Massa sampah yang dikomposkan	Komposisi Sampah		Sisa Makanan			Kayu/Ranting			Hasil Emisi	GWP CO ₂
	(gg/tahun)	Sisa Makanan	Kayu/Ranting	CHWP	Emisi CO ₂ (gg/CO ₂)	Emisi CO ₂ (kg/CO ₂)	CHWP	Emisi CO ₂ (gg/CO ₂)	Emisi CO ₂ (kg/CO ₂)		kg CO ₂ eq/tahun
TPS 3R Purwo Berhati	0.00068	0.997	0.003	0.00010	0.00037	370.26	0.0000146	0.000054	53.54	7004.46	7004
TPS 3R Kompak Maju	0.00352	0.997	0.003	0.00053	0.00193	1930.62	0.0000093	0.000034	34.22	4477.28	4477
TPS 3R Srihardono Bersih	0.00274	0.997	0.003	0.00041	0.00150	1501.59	0.0000066	0.000024	24.34	3183.85	3184
TPS 3R Ngudi Resik	0.00027	0.997	0.003	0.00004	0.00015	148.10	0.0000087	0.000032	31.94	4178.80	4179
TPS 3R Go-Sari	0.00180	0.997	0.003	0.00027	0.00099	987.35	0.0000173	0.000064	63.61	8322.36	8322
TPS 3R Salakan	0.00720	0.997	0.003	0.00108	0.00395	3949.39	0.0000041	0.000015	15.21	1989.90	1990

Contoh Perhitungan **TPS 3R Amrih Lestari II** =

Perhitungan CO₂ =

Wi Sisa Makanan = $0,5210 / (0,5210 + 0,0014) = 0,997$

Wi Kayu dan Ranting = $0,0014 / (0,5210 + 0,0014) = 0,003$

Sisa Makanan

Rumus :

$$\begin{aligned}\text{CHWP} &= \sum W_i \times M \times \text{DOC}_i \\ &= 0,0036 \times 0,997 \times 0,15 \\ \text{CHWP} &= 0,0005385 \text{ Gg C/Tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Emisi CO}_2 &= \frac{Mr}{Ar} \times C \text{ HWP} \\ &= \frac{44}{12} \times 0,0005385\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Emisi CO}_2 &= 0,00197 \text{ Gg/CO}_2 \\ &= 1974,69 \text{ kg/CO}_2\end{aligned}$$

Kayu dan Ranting

Rumus :

$$\begin{aligned}\text{CHWP} &= \sum W_i \times M \times \text{DOC}_i \\ &= 0,0036 \times 0,003 \times 0,43 \\ \text{CHWP} &= 0,0000041 \text{ Gg C/Tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Emisi CO}_2 &= \frac{Mr}{Ar} \times C \text{ HWP} \\ &= \frac{44}{12} \times 0,0000041\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Emisi CO}_2 &= 0,000015 \text{ Gg/CO}_2 \\ &= 15,21 \text{ kg/CO}_2\end{aligned}$$

Total Emisi CO₂ :

$$\begin{aligned}\text{Emisi CO}_2 &= 1974,69 \text{ kg/CO}_2 + 15,21 \text{ kg/CO}_2 \\ &= 1989,90 \text{ kg/CO}_2\end{aligned}$$

Nilai GWP CO₂ pada tabel IPCC yaitu 1. Jadi masukkan kedalam rumus,

$$\begin{aligned}\text{GWP CO}_2 &= 1989,90 \text{ kg/CO}_2 \times 1 \text{ kg CO}_2/\text{eq} \\ &= 1990 \text{ kg CO}_2\text{eq/tahun}\end{aligned}$$

Rekap Hasil Emisi Skenario II :

Daftar TPS 3R	GWP (kg CO ₂ eq/tahun)			Total Emisi (kg CO ₂ eq/tahun)
	Emisi CH ₄	Emisi N ₂ O	Emisi CO ₂	
TPS 3R Kupas	2074	1572	10613	14259
TPS 3R Migunani	65	49	332	446
TPS 3R Agung Gumilang	29	22	149	201

Daftar TPS 3R	GWP (kg CO ₂ eq/tahun)			Total Emisi (kg CO ₂ eq/tahun)
	Emisi CH ₄	Emisi N ₂ O	Emisi CO ₂	
TPS 3R Budi Redi Adi Menoreh	26	20	133	178
TPS 3R Ngawu Asri	259	197	1327	1782
TPS 3R Garda Peksi	259	197	1327	1782
TPS 3R Ngudi Rejeki	159	120	813	1092
TPS 3R Barokah	933	708	4776	6417
TPS 3R Amrih Lestari II	389	295	1990	2674
TPS 3R Amrih Lestari I	117	88	597	802
TPS 3R Mexicana	1369	1038	7004	9411
TPS 3R Limbah Makmur	875	663	4477	6015
TPS 3R Asri Murakabi	622	472	3184	4278
TPS 3R Gambir Asri	816	619	4179	5614
TPS 3R Brama Muda	1626	1233	8322	11182
TPS 3R Bumdes Amarta	389	295	1990	2674

- **Skenario III**

TPS 3R Sorogenen Resik									
Jenis Sampah	Massa Sampah (Gg/tahun)	Faktor Koreksi Metana (MCF)	Degradasi Organik Karbon (DOCi)	Fraksi DOC (DOCf)	Fraksi dari CH4 (F)	Recovery CH4 (R)	Faktor Oksidasi (OX)	Emisi CH4 (Gg/tahun)	Emisi CH4 (kg/CH4 tahun)
Sisa Makanan	0.41683	0.5	0.15	0.5	0.5	0	0.1	0.0094	9378.72
Kayu dan Ranting	0.39078	0.5	0.43	0.5	0.5	0	0.1	0.0252	25205.31
Kertas dan Karton	0.00105	0.5	0.4	0.5	0.5	0	0.1	0.0001	63.00
Plastik	0.11591	0.5	0	0.5	0.5	0	0.1	0	0.00
Logam	0.21278	0.5	0	0.5	0.5	0	0.1	0	0.00
Kain	0.00702	0.5	0.24	0.5	0.5	0	0.1	0.0003	252.72
Karet dan kulit	0.00381	0.5	0.39	0.5	0.5	0	0.1	0.0002	222.89
Kaca	0.00171	0.5	0	0.5	0.5	0	0.1	0	0.00
Lainnya	0.00636	0.5	0	0.5	0.5	0	0.1	0	0.00
Total									35122.64

TPS 3R Kenanga Merdiko									
Jenis Sampah	Massa Sampah (Gg/tahun)	Faktor Koreksi Metana (MCF)	Degradasi Organik Karbon (DOCi)	Fraksi DOC (DOCf)	Fraksi dari CH4 (F)	Recovery CH4 (R)	Faktor Oksidasi (OX)	Emisi CH4 (Gg/tahun)	Emisi CH4 (kg/CH4 tahun)
Sisa Makanan	0.38557	0.5	0.15	0.5	0.5	0	0.1	0.0087	8675.32

TPS 3R Kenanga Merdiko									
Jenis Sampah	Massa Sampah (Gg/tahun)	Faktor Koreksi Metana (MCF)	Degradasi Organik Karbon (DOCi)	Fraksi DOC (DOCf)	Fraksi dari CH4 (F)	Recovery CH4 (R)	Faktor Oksidasi (OX)	Emisi CH4 (Gg/tahun)	Emisi CH4 (kg/CH4 tahun)
Kayu dan Ranting	0.00104	0.5	0.43	0.5	0.5	0	0.1	0.0001	66.82
Kertas dan Karton	0.11436	0.5	0.4	0.5	0.5	0	0.1	0.0069	6861.58
Plastik	0.20994	0.5	0	0.5	0.5	0	0.1	0	0.00
Logam	0.00693	0.5	0	0.5	0.5	0	0.1	0	0.00
Kain	0.00376	0.5	0.24	0.5	0.5	0	0.1	0.0001	135.33
Karet dan kulit	0.00169	0.5	0.39	0.5	0.5	0	0.1	0.0001	98.70
Kaca	0.00628	0.5	0	0.5	0.5	0	0.1	0	0.00
Lainnya	0.01045	0.5	0	0.5	0.5	0	0.1	0	0.00
Total									15837.75

TPS 3R Kupas									
Jenis Sampah	Massa Sampah (Gg/tahun)	Faktor Koreksi Metana (MCF)	Degradasi Organik Karbon (DOCi)	Fraksi DOC (DOCf)	Fraksi dari CH4 (F)	Recovery CH4 (R)	Faktor Oksidasi (OX)	Emisi CH4 (Gg/tahun)	Emisi CH4 (kg/CH4 tahun)
Sisa Makanan	0.31262	0.5	0.15	0.5	0.5	0	0.1	0.0070	7034.04
Kayu dan Ranting	0.00084	0.5	0.43	0.5	0.5	0	0.1	0.0001	54.18

TPS 3R Kupas									
Jenis Sampah	Massa Sampah (Gg/tahun)	Faktor Koreksi Metana (MCF)	Degradasi Organik Karbon (DOCi)	Fraksi DOC (DOCf)	Fraksi dari CH4 (F)	Recovery CH4 (R)	Faktor Oksidasi (OX)	Emisi CH4 (Gg/tahun)	Emisi CH4 (kg/CH4 tahun)
Kertas dan Karton	0.09272	0.5	0.4	0.5	0.5	0	0.1	0.0056	5563.44
Plastik	0.17022	0.5	0	0.5	0.5	0	0.1	0	0.00
Logam	0.00562	0.5	0	0.5	0.5	0	0.1	0	0.00
Kain	0.00305	0.5	0.24	0.5	0.5	0	0.1	0.0001	109.73
Karet dan kulit	0.00137	0.5	0.39	0.5	0.5	0	0.1	0.0001	80.03
Kaca	0.00509	0.5	0	0.5	0.5	0	0.1	0	0.00
Lainnya	0.00847	0.5	0	0.5	0.5	0	0.1	0	0.00
Total									12841.42

Sumber : IPCC, 2006

Contoh Perhitungan TPS 3R Kupas =

Berikut merupakan contoh perhitungan pada jenis sampah kertas dan karton :

$$CH_4 = \sum ((MSW_i \times MCF \times DOC_i \times DOC_f \times F \times 16/12 - R) \times (1 - OX))$$

$$CH_4 = \sum ((0,09 \times 0,5 \times 0,4 \times 0,5 \times 0,5 \times 16/12 - 0) \times (1 - 0,1))$$

$$CH_4 = 0,0056 \text{ Gg } CH_4/\text{tahun}$$

$$CH_4 = 5.563,44 \text{ kg } CH_4/\text{tahun}$$

Setelah diketahui CH₄, lalu dikonversikan ke dalam GWP.

Nilai *Global Warming Potential* (GWP)

No	Jenis Gas	Periode 100 Tahun
		GWP (CO ₂ eq)
1	CO ₂	1
2	CH ₄ -non fossil	27
3	CH ₄ -fossil	29,8
4	N ₂ O	273

Sumber : IPCC, 2001

Nilai GWP yang digunakan CH₄-non fossil = 27 CO₂eq

Perhitungan lanjutan dari sampah kertas dan karton pada penimbunan TPA:

Rumus =

GWP (kg CO₂eq/tahun) = Total emisi GRK × Nilai GWP

(Sumber : Sulistiawati dan Yuwono, 2019)

Jawaban =

GWP CH₄ = 6.728,05 kg CH₄/tahun × 27 kg CO₂eq

GWP CH₄ = 181.657,44 kg CO₂eq/tahun.

Berikut total emisi CH₄ pada penimbunan berdasarkan jenis sampah nya :

Nama TPS 3R	GWP (kg CO ₂ eq/tahun)
TPS 3R Sampurna Asih	404504.60
TPS 3R Sorogenen Resik	948311.15
TPS 3R Kenanga Merdiko	427619.15
TPS 3R Kupas	346718.23
TPS 3R Migunani	491184.16
TPS 3R Agung Gumilang	462290.98
TPS 3R Budi Redi Adi Menoreh	491184.16
TPS 3R Ngawu Asri	433397.79
TPS 3R Garda Peksi	404504.60
TPS 3R Ngudi Rejeki	404504.60
TPS 3R Barokah	462290.98
TPS 3R Amrih Lestari II	306267.77
TPS 3R Amrih Lestari I	346718.23
TPS 3R Mexicana	496962.80
TPS 3R Limbah Makmur	404504.60

TPS 3R Asri Murakabi	462290.98
TPS 3R Gambir Asri	462290.98
TPS 3R Brama Muda	508520.07
TPS 3R Bumdes Amarta	491184.16
TPS 3R Randu Alas	491184.16
TPS 3R GIAAAAAT	462290.98
TPS 3R Purwo Berhati	404504.60
TPS 3R Kompak Maju	491184.16
TPS 3R Srihardono Bersih	491184.16
TPS 3R Ngudi Resik	491184.16
TPS 3R Go-Sari	462290.98
TPS 3R Salakan	491184.16
Total	12540257.37

Lampiran III. Kuisioner dalam Pengambilan data secara langsung pada TPS 3R yang dituju

**KUISIONER UNTUK PETUGAS / PENGELOLA
TPS 3R DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

Hari / Tanggal:

A. Data TPS 3R dan Responden

No	Data	Keterangan
1	Nama TPS 3R	
2	Alamat Lengkap	
3	Nama Responden	
4	Jabatan	
5	No. Telp yang bisa dihubungi	

B. Profil TPS 3R

No	Profil	Keterangan
1	Tahun Berdiri	
2	Luas Lahan Bangunan	
3	Visi	
4	Misi	
5	Waktu operasional (per hari)	

C. Teknis Operasional TPS3R

C1. Pelanggan dan Sampah	
No	Keterangan
1	Berapa jumlah pelanggan TPS 3R?
Jawaban :	
<input type="text"/>	Masyarakat /KK: _____ rumah
<input type="text"/>	Sekolah: _____ unit
<input type="text"/>	Tempat Makan: _____ unit
<input type="text"/>	Kantor: _____ unit

<input type="text"/>	Pasar: _____ unit
<input type="text"/>	Toko: _____ unit
<input type="text"/>	Lainnya__: _____ unit
2	Berapa jumlah sampah yang masuk ke dalam TPS 3R?
Jawaban : _____ (m3/hari)* (kg/hari)* (ton/hari)* (*) Coret yang tidak perlu	

C2. Pengomposan	
1	Apa metode pengomposan yang digunakan di TPS 3R ini?
Jawaban : <input type="text"/> Open Windrow <input type="text"/> Komposter drum <input type="text"/> Bokashi <input type="text"/> Takakura susun <input type="text"/> Biogas <input type="text"/> _____ <input type="text"/> _____	
2	Berapa durasi waktu yang dibutuhkan dalam tahap pengomposan?
Jawaban: _____ _____	

3	Apa saja jenis sampah organik yang digunakan dalam tahap pengomposan?
Jawaban:	
<hr/> <hr/>	
4	Bagaimana dengan sampah organik yang tidak digunakan? Apa pengolahan yang dilakukan?
Jawaban :	
<hr/> <hr/>	
5	Apakah hasil dari pengomposan akan dijual ke masyarakat, atau ada yang membeli selain masyarakat?
Jawaban :	
<hr/> <hr/>	
Sumber : Wiguna, 2023.	

LAMPIRAN

KUISIONER UNTUK PETUGAS / PENGELOLA TPS 3R DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Hari / Tanggal:

A. Data TPS 3R dan Responden

No	Data	Keterangan
1	Nama TPS 3R	TPS 3R Brams tunda
2	Alamat Lengkap	
3	Nama Responden	Paman
4	Jabatan	sekretaris
5	No. Telp yang bisa dihubungi	086742342650

B. Profil TPS 3R

No	Profil	Keterangan
1	Tahun Berdiri	2017
2	Luas Lahan Bangunan	$600m^2 \times (12 \times 16) = 1100m^2$
3	Visi	
4	Misi	
5	Waktu operasional (per hari)	07.30 - 16.00

C. Teknis Operasional TPS3R

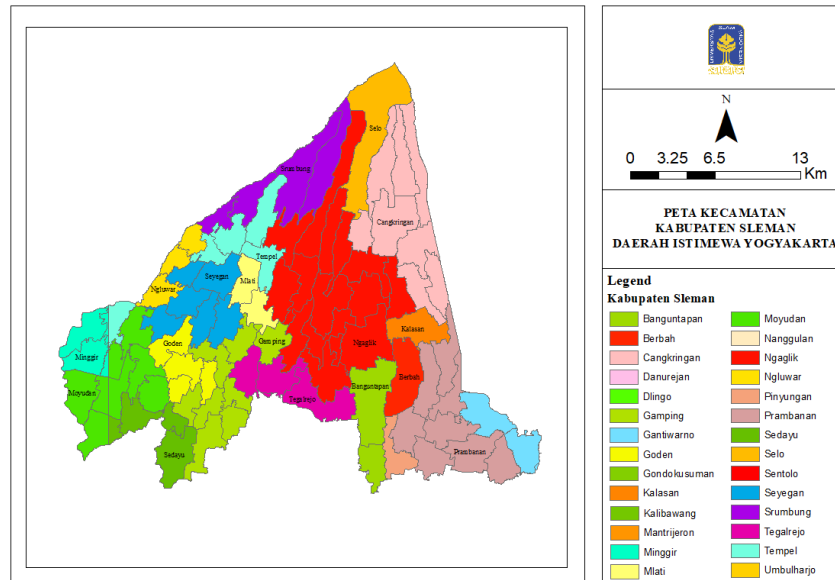
C1. Pelanggan dan Sampah	
No	Keterangan
1	Berapa jumlah pelanggan TPS 3R?
<p>Jawaban :</p> <p>☒ Masyarakat /KK: <u>62x</u> rumah</p> <p>☒ Sekolah: <u>4</u> unit</p> <p>☒ Tempat Makan: <u>25</u> unit</p> <p>☒ Kantor: <u>5</u> unit</p> <p>☐ Pasar: _____ unit</p> <p>☐ Toko: _____ unit</p> <p>☐ Lainnya: _____ unit</p>	

2	Berapa jumlah sampah yang masuk ke dalam TPS 3R?
Jawaban :	
$10-12$ (m ³ /hari) * (kg/hari) * (ton/hari) * (*) Coret yang tidak perlu <i>40kg C2.2-2.57</i> <i>920 90 % 0.42m</i>	

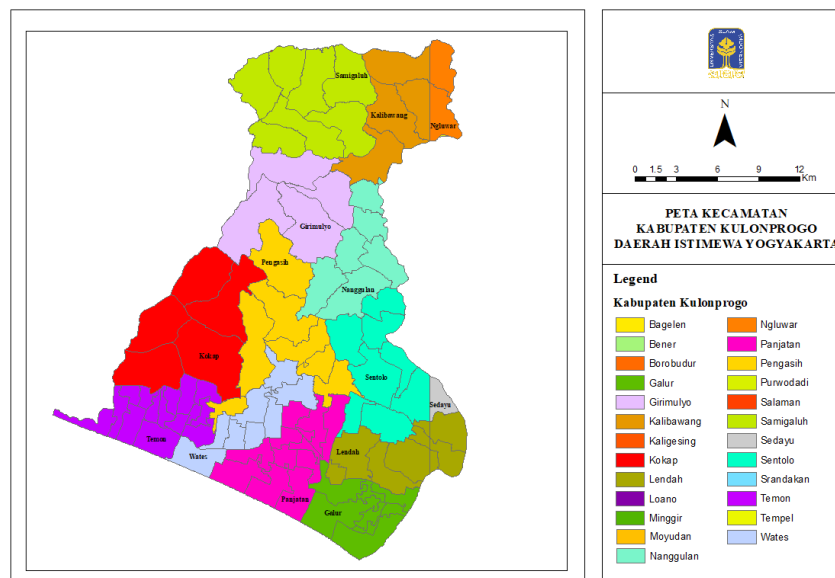
C2. Pengomposan	
1	Apa metode pengomposan yang digunakan di TPS 3R ini?
Jawaban :	
☒ Open Windrow ☐ Komposter drum ☐ Bokashi ☐ Takakura susun ☐ Biogas ☒ <i>Bata Beram</i> ☐ _____	
2	Berapa durasi waktu yang dibutuhkan dalam tahap pengomposan?
Jawaban:	
<i>1 bulan - 1,5 bulan</i> <i>C30-40/hari</i>	
3	Apa saja jenis sampah organik yang digunakan dalam tahap pengomposan?
Jawaban:	
<i>Sampah rumah tangga, sayur-sayuran, daun-daun</i>	
4	Bagaimana dengan sampah organik yang tidak digunakan? Apa pengolahan yang dilakukan?
Jawaban :	

5	Apakah hasil dari pengomposan akan dijual ke masyarakat, atau ada yang membeli selain masyarakat?
Jawaban : Masyarakat , OLH siemen C1700/kg1	

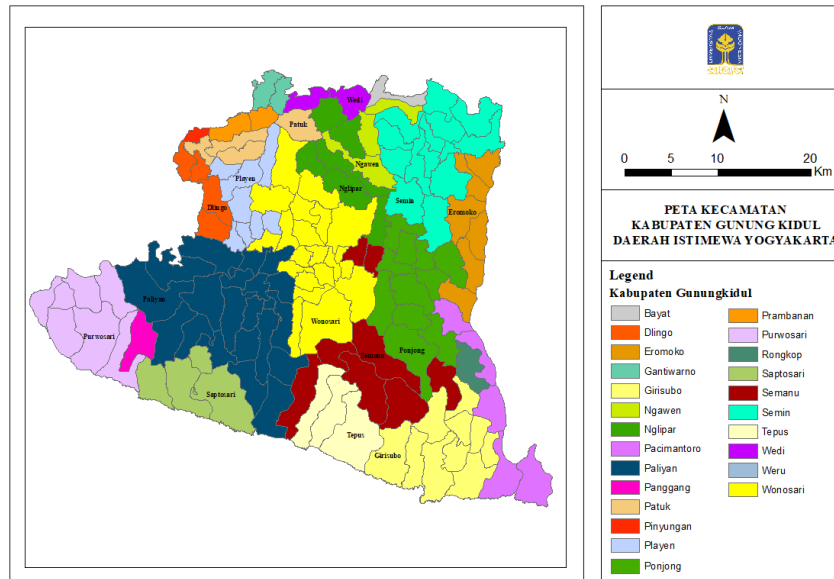
Lampiran IV. Gambar Peta Administrasi dan Penelitian



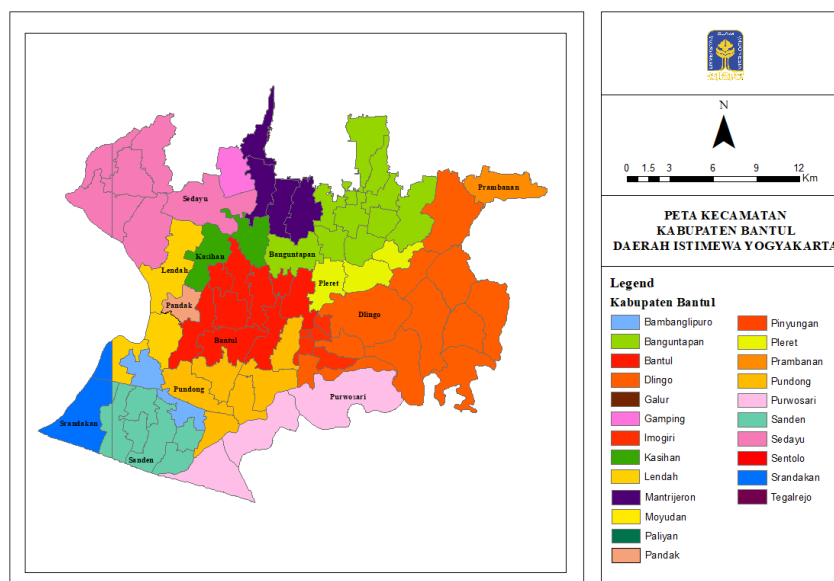
Peta Kecamatan pada Kabupaten
Sleman di Daerah Istimewa Yogyakarta



Peta Kecamatan pada Kabupaten
Kulonprogo di Daerah Istimewa Yogyakarta



Peta Kecamatan pada Kabupaten
Gunung Kidul di Daerah Istimewa Yogyakarta



Peta Kecamatan pada Kabupaten
Bantul di Daerah Istimewa Yogyakarta

Lampiran IV. Dokumentasi Penelitian

1) TPS 3R Sampurna Asih



Gambar 1. TPS 3R Sampurna Asih



Gambar 2. Kantor TPS 3R Sampurna Asih



Gambar 3. Metode Pengomposan TPS 3R Sampurna Asih



Gambar 4. Hasil Kompos TPS 3R Sampurna Asih



Gambar 5. Foto dengan pengurus TPS 3R Sampurna Asih

2) TPS 3R Sorogenen Resik



Gambar 6. Jalur pengangkutan dalam TPS 3R Sorogenen Resik



Gambar 7. TPS 3R
TPS 3R Sorogenen Resik



Gambar 8. Foto bersama pengurus TPS 3R Sorogenen Resik

3) TPS 3R Kenanga Merdiko



Gambar 9. TPS 3R Kenanga Merdiko



Gambar 10. Kantor TPS 3R Kenanga Merdiko



Gambar 11. Metode Pengomposan
TPS 3R Kenanga Merdiko

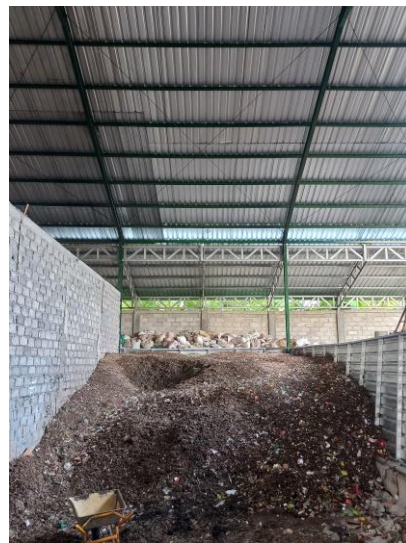


Gambar 12. Hasil Kompos
TPS 3R Kenanga Merdiko

4) TPS 3R Kupas



Gambar 13. TPS 3R Kupas



Gambar 14. Tumpukan Kompos
TPS 3R Kupas



Gambar 15. Foto dengan pengurus TPS 3R Kupas

5) TPS 3R Srihardono Bersih



Gambar 16. TPS 3R Srihardono Bersih

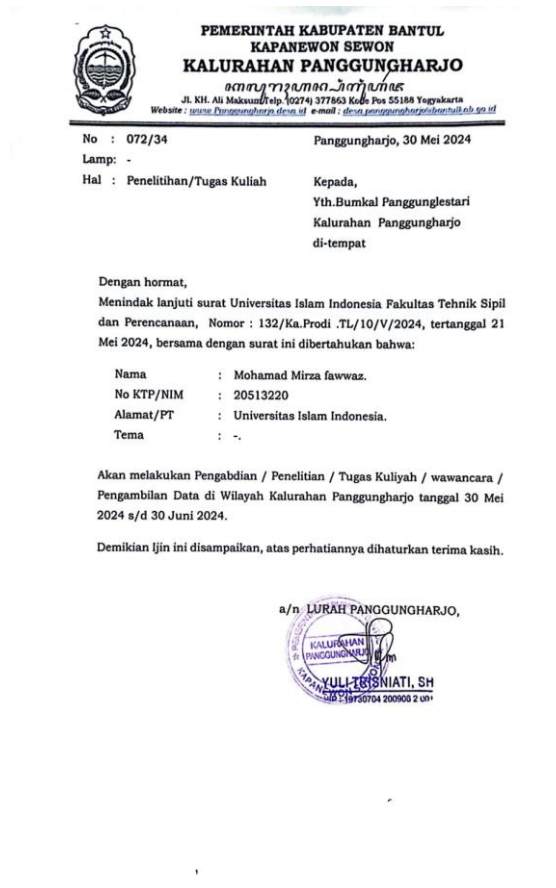


Gambar 17. Hasil kompos yang dibiarkan



Gambar 18. Foto bersama pengurus
TPS 3R Srihardono Bersih

Lampiran V. Surat Pengantar untuk pengambilan data



Gambar 28. Surat Pengantar dari Kelurahan Panggungharjo, Bantul

	FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN Akreditasi Institusi "Unggul"	PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN PROGRAM SARJANA Akreditasi Program Studi "Unggul" Akreditasi Internasional "ABEE"										
Nomor : 190/Ka.Prodi.TL/10/TL/VJ/2024 Hal : Izin Penelitian dan Pengambilan Data Lamp :		Yogyakarta, 24 Juni 2024										
<p>Kepada Yth. Pengelola TPS 3R Di Kabupaten Sleman</p>												
<p><i>Assalammu'alaikum Wr.Wb.</i></p> <p>Sehubungan dengan penyusunan Tugas Akhir di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, bersama ini mohon untuk dapat memberikan izin penelitian dan pengambilan data kegiatan pengomposan yang sudah dilakukan dan fasilitas pendukung yang tersedia untuk menghitung Gas Rumah Kaca yang dihasilkan untuk Tugas Akhir kepada mahasiswa kami :</p> <table border="0"> <tr> <td>Nama</td> <td>: Mohamad Mirza Fawwaz</td> </tr> <tr> <td>No Mahasiswa</td> <td>: 20513220</td> </tr> <tr> <td>Program Studi</td> <td>: Teknik Lingkungan</td> </tr> <tr> <td>Fakultas</td> <td>: Teknik Sipil dan Perencanaan</td> </tr> <tr> <td>Universitas</td> <td>: Universitas Islam Indonesia</td> </tr> </table> <p>Hasil karya ilmiah tersebut semata - mata bersifat dan bertujuan keilmuan dan tidak disajikan kepada pihak luar. Oleh Karena itu kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat memberikan data/keterangan/sampel yang diperlukan oleh mahasiswa tersebut.</p> <p>Demikian permohonan kami atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.</p> <p><i>Wassalammu'alaikum Wr.Wb.</i></p> <div style="text-align: right;">  Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN Any Juliani, S.T., M.Sc.(Res.Eng.), Ph.D. </div>			Nama	: Mohamad Mirza Fawwaz	No Mahasiswa	: 20513220	Program Studi	: Teknik Lingkungan	Fakultas	: Teknik Sipil dan Perencanaan	Universitas	: Universitas Islam Indonesia
Nama	: Mohamad Mirza Fawwaz											
No Mahasiswa	: 20513220											
Program Studi	: Teknik Lingkungan											
Fakultas	: Teknik Sipil dan Perencanaan											
Universitas	: Universitas Islam Indonesia											
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p><small>Gedung Mh. Mutis Lantai 2 Kalirang Km.14.5 Yogyakarta, Kodepos 55184 Telp. (0274) 896440 ext : 3210, Fax. (0274) 895330 E-mail: environment@ulii.ac.id www.environment.ulii.ac.id</small></p> </div> <div style="text-align: right;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <small>VALUES INNOVATION PERFECTION</small> <small>environment.ulii.ac</small> </div>												

Gambar 28. Surat Pengantar Penelitian untuk TPS 3R Kabupaten Sleman



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Akreditasi Institusi "Unggul"

PROGRAM STUDI
TEKNIK LINGKUNGAN
PROGRAM SARJANA
Akreditasi Program Studi "Unggul"
Akreditasi Internasional "ABEE"

Yogyakarta, 24 Juni 2024

Nomor : 191/Ka.Prodi.TL/10/TL/VI/2024
Hal : Izin Penelitian dan Pengambilan Data
Lamp :

Kepada Yth.
Pengelola TPS 3R
Di Kabupaten Gunung Kidul

Assalammu' alaikum Wr.Wb.

Sehubungan dengan penyusunan Tugas Akhir di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, bersama ini mohon untuk dapat memberikan izin penelitian dan pengambilan data kegiatan pengomposan yang sudah dilakukan dan fasilitas pendukung yang tersedia untuk menghitung Gas Rumah Kaca yang dihasilkan untuk Tugas Akhir kepada mahasiswa kami :

Nama	: Mohamad Mirza Fawwaz
No Mahasiswa	: 20513220
Program Studi	: Teknik Lingkungan
Fakultas	: Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas	: Universitas Islam Indonesia

Hasil karya ilmiah tersebut semata - mata bersifat dan bertujuan keilmuan dan tidak disajikan kepada pihak luar. Oleh Karena itu kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat memberikan data/keterangan/sampel yang diperlukan oleh mahasiswa tersebut.

Demikian permohonan kami atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Wassalammu' alaikum Wr.Wb.


 Ketua Program Studi
 Teknik Lingkungan
 Any Juliati, S.T., M.Sc.(Res.Eng.), Ph.D.

Gedung Msh. Natsir Lantai 2
Kaliurang Km.14,5 Yogyakarta, Kodepos 55584
Telp. (0274) 895440 ext. : 3270 Fax. (0274) 895330
Email: environment.uil.ac.id
www.environment.uil.ac.id



VALUES | INNOVATION | PERFECTION

environment.uil.ac

Gambar 29. Surat Pengantar Penelitian untuk TPS 3R Kabupaten Gunungkidul



**UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA**

**FAKULTAS
TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**
Akreditasi Institusi "Unggul"

**PROGRAM STUDI
TEKNIK LINGKUNGAN**
PROGRAM SARJANA
Akreditasi Program Studi "Unggul"
Akreditasi Internasional "ABEE"

Yogyakarta, 27 Juni 2024

Nomor : 194/Ka.Prodi.TL/10/TL/VI/2024
Hal : Izin Penelitian dan Pengambilan Data
Lamp :

Kepada Yth.

1. Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Gunung Kidul
2. Kepala Bidang Pengelolaan Persampahan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Gunung Kidul.

DL_Tempat

Assalammu' alaikum Wr.Wb.

Sehubungan dengan penyusunan Tugas Akhir di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, bersama ini mohon untuk dapat memberikan izin penelitian dan pengambilan data mengenai Komposisi sampah di Kabupaten Gunung Kidul pada Tahun 2023 untuk menghitung salah satu parameter CO2 dalam emisi gas rumah kaca untuk Tugas Akhir kepada mahasiswa kami :

Nama	: Mohamad Mirza Fawwaz
No Mahasiswa	: 20513220
Program Studi	: Teknik Lingkungan
Fakultas	: Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas	: Universitas Islam Indonesia

Hasil karya ilmiah tersebut semata - mata bersifat dan bertujuan keilmuan dan tidak disajikan kepada pihak luar. Oleh Karena itu kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat memberikan data/keterangan/sampel yang diperlukan oleh mahasiswa tersebut.

Demikian permohonan kami atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Wassalammu' alaikum Wr.Wb.

Ketua Program Studi
Teknik Lingkungan



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

Gedung Moh. Natsir Lantai 2
Kaliurang Km.14,5 Yogyakarta, Indonesia 55584
Telp. (0274) 896440 ext.: 3210; Fax. (0274) 895330
E-mail: environment@uii.ac.id
www.environment.uii.ac.id



VALUES | INNOVATION | PERFECTION

environment.uii.ac.id

Gambar 30. Surat Pengantar untuk DLH Kabupaten Gunungkidul

RIWAYAT HIDUP

Mohamad Mirza Fawwaz merupakan nama lengkap dari penulis tugas akhir ini. Penulis lahir di Tegal pada tanggal 01 November 2002. Penulis merupakan anak kedua dari Bapak (Alm.) Iman Santoso dan Ibu Tuti Aulawati. Penulis menempuh Pendidikan di SD Negeri 1 Kota Tegal, SMP Negeri 1 Kota Tegal, SMA Negeri 3 Kota Tegal, hingga saat ini menempuh pendidikan strata-1 (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam beberapa kegiatan akademik, dan non-akademik. Pada kegiatan akademik, penulis merupakan bagian dari asisten praktikum Laboratorium Lingkungan Tahun 2024. Pada non-akademik, penulis aktif dalam kepanitiaan dan organisasi kemahasiswaan. Kepanitiaan yang pernah diikuti yaitu Lintas Lingkungan 2022 (Staff Divisi Kesekretariatan). Sedangkan untuk organisasi kemahasiswaan yaitu Zero Waste (Staff Bidang Impact) tahun 2021, dan Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan (Staff Pengabdian Masyarakat) tahun 2022.