TA/TL/2021/1288

TUGAS AKHIR

Emisi Gas Rumahkaca dari Pengangkutan Sampah Perkotaan Kota Yogyakarta dengan Tingkat Kepadatan Penduduk Tinggi

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

Ridho Ramandika Pristanto

16513099

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2021

TUGAS AKHIR

Emisi Gas Rumahkaca dari Pengangkutan Sampah Perkotaan Kota Yogyakarta dengan Tingkat Kepadatan Penduduk Tinggi

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

Ridho Ramandika Pristanto

16513099

Disetuju,
Dosen Pembimbing

Pembimbing 1	**Pembimbing 2**
Fina Binazir Maziya, S.T ., M.T.	**Elita Nurfitriyani Sulistyo, S.T ., M.Sc.,**
NIK : 165131305	**NIK : 185130402**
Tanggal: 15 Februari 2021	Tanggal:

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

NIK. 025100406
Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN

Emisi Gas Rumahkaca dari Pengangkutan Sampah Perkotaan Kota Yogyakarta dengan Tingkat Kepadatan Penduduk Tinggi

Telah diterima dan disahkan oleh Tim

Disusun Oleh:

Ridho Ramandika Pristanto

16513099

Tim Penguji :

Fina Binazir Maziya, S.T ., M.T. (5 April 2021)

Elita Nurfitriyani Sulistyo, S.T .,M.Sc., (9 April 2021)

Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. (10 April 2021)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 15 Februari 2021

Yang membuat pernyataan,



Ridho Ramandika Pristanto

NIM: 16513099

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan atas kehadirat Allah SWT serta karunia-Nya penulis untuk menyusun dan menyelesaikan penulisan proposal Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan penelitian yang berjudul "EMISI GAS RUMAHKACA DARI PENGANGKUTAN SAMPAH PERKOTAAN DI KOTA YOGYAKARTA BERDASARKAN TINGKAT KEPADATAN PENDUDUK TINGGI". Adapun tujuan penyusunan proposal tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat akademik untuk menyelesaikan studi penulis serta mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Program Strata 1 Jurusan Teknik Lingkungan
, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Penulis turut mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang turut membantu penulis dalam penyelesaikan penyusunan proposal ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kemampuan serta kekuatan sehingga penulis mampu menyelesaikan proposal ini.
2. Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang membimbing serta memberikan masukan agar proposal selesai sebaik mungkin.
3. Ibu Elita Nurfitriyani Sulistyo, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang juga turut membimbing penulis serta memberikan saran dan masukan guna memperbaiki kekurangan-kekurangan penulis dalam pembuatan proposal ini. penulis terbuka atas kritik dan saran guna menyempurnakan proposal ini.
4. Kedua orang tua dan saudara yang senantiasa mendoakan serta memberikan dukungan selama masa studi
5. Rekan Tugas Akhir Ahmad Rizky Algifari yang telah berjuang Bersama dalam mengumpulkan data serta menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan terdekat Zulian, Hapid, Upik, Kibar, Zul Soma, Rozi, Fadli Susu dan lainnya yang tidak dapat di sebutkan satu persatu.
7. Seluruh Dosen dan keluarga besar Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

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

Wassalamualaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 02 Maret 2020



Ridho Ramandika Pristanto

ABSTRAK

RIDHO RAMANDIKA PRISTANTO. **Emisi Gas Rumahkaca dari Pengangkutan Sampah Perkotaan Kota Yogyakarta dengan Tingkat Kepadatan Penduduk Tinggi.** Dibimbing oleh Fina Binazir Maziya, S.T., M.T**.** dan Nurfitriyani Sulistyo, S.T ., M.Sc.

Meningkatnya jumlah penduduk setiap tahun dapat meningkatkan jumlah sampah yang di hasilkan terutama sampah perkotaan, semakin banyak sampah yang dihasilkan maka semakin meningkat juga pengangkutan sampah. Pengangkutan sampah menjadi pertimbangan karena emisi gas rumahkaca akan timbul dari hasil pengangkutan sampah, emisi dari pengangkutan sampah di pengaruhi oleh kendaraan pengangkut sampah seperti dari jenis kendaraan, bahan bakar yang digunakan, daya dukung kendaraan serta perilaku pengemudi dalam berkendara. Gas yang terkandung dalam emisi gas rumahkaca diantaranya seperti Karbon dioksida (CO_2), Metana (CH_4), Dinitrogen oksida (N_2O). Sektor dari transportasi termasuk berkontribusi besar untuk menghasilkan gas emisi rumahkaca dan emisi gas rumahkaca sebanyak 95% dari sektor transportasi dihasilkan dari bahan bakar serta dapat menyebabkan perubahan iklim terutama pemanasan global yang merupakan salah satu dampak nyata yang di timbulkan dari emisi karbon kendaraan. Penelitian ini bertujuan menganalisiskegiatan pengangkutan sampah dari sumber menuju Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dan mampu menghitung emisi yang di hasilkan oleh pengangkutan sampah pada Kota Yogyakarta.Lokasi penelitian berada dikecamatan Danurejan,Jetis,Kraton,Wirobrajan. Pada penelitian ini Perhitungan emisi menggunakan IPCC metode *Tier 1* untuk menghitung emisi gas rumahkaca (CO_2,CH_4,N_2O), untuk mengukur jarak tempuh pengangkutan sampah menggunakan Google Maps dan Google Earth. Hasil dari nilai emisi CO_2 sebesar 65,32 ton CO_2/tahun,nilai emisi CH_4 dan N_2O sama sebesar 0,00564 ton CH_4/tahun dan 0,00564 N_2O/tahun. Nilai total emisi CH_4 dan emisi N_2O dengan jumlahnya sama karena faktor emisi solar CH_4 dan N_2O senilai 3,9 kg/TJ.

Kata Kunci: Emisi Gas Rumahkaca, IPCC, Metode *Tier 1,* Pengangkutan Sampah,

ABSTRACT

RIDHO RAMANDIKA PRISTANTO. **Greenhouse Gasses Emissions from Municipal Waste Logistics in Yogyakarta City with High Population Density.** Supervised by Fina Binazir Maziya, ST., MT**.** and Elita Nurfitriyani Sulistyo, ST., M.Sc.

Increasing population every year can increase the amount of waste produced, especially urban waste, the more waste is produced, the more logistic waste will also increase. Logistic waste is a consideration because greenhouse gas emissions will arise from the results of logistic waste, emissions from logistic waste are influenced by logistic waste vehicles such as from the type of vehicle, the fuel used, the carrying capacity of the vehicle and the driver's behavior in driving. The gases contained in greenhouse gas emissions include carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4), nitrous oxide (N_2O). The transportation sector, including contributing greatly to produce greenhouse gas emissions and greenhouse gas emissions as much as 95% of the transportation sector is generated from fuel can cause climate change, especially global warming, which is one of the real impacts caused by vehicle carbon emissions. This study aims to analyze the activities of logistic waste from the source to the final processing site (TPA) and to be able to calculate the emissions generated bythe logistic waste in the city of Yogyakarta. The research location is in the sub-district of Danurejan, Jetis, Kraton, Wirobrajan. In this study, the calculation of emissions using the IPCC method *Tier 1* to calculate greenhouse gas emissions (CO_2, CH_4, N_2O), to measure the distance traveled for waste transportation using Google maps and Google Earth. The result of the CO emission value is 65.32 ton CO_2/ year, the CH emission values are and N_2O equal to 0.00564 ton CH_4/ year and 0.00564 N_2O / year. The total value of CH_4 and N_2O is the same due to the diesel emission factors 3.9 kg / TJ.

Keywords: Greenhouse Gas Emissions, IPCC, Logistic Waste, Method *Tier*

Daftar Isi

KATA PENGANTAR i
Daftar Tabel vii
Daftar Gambar ix
Daftar Lampiran x
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Ruang Lingkup 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB II 5
TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Sampah 5
2.2 Pengangkutan Sampah 6
2.2.1 *Hauled Container System* (HCS) 6
2.2.2 Stasionary Container System 9
2.3 Emisi Gas Rumahkaca 11
2.4 Model IPCC 12
2.5 Penelitian Terdahulu 14
BAB III 17
METODOLOGI PENELITIAN 17
3.1 Diagram Alir 17
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian 18
3.2.1 Jenis Sumber Data 19
3.2.2 Sumber Data 19
3.2.3 Pengambilan Data 20

3.3 Prosedur Analisis Data 20
BAB IV 23
HASIL DAN PEMBAHASAN 23
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian 23
4.2 Timbulan Sampah yang di hasilkan pada Kecamatan Kota Yogyakarta 25
4.3 Perhitungan emisi gas rumahkaca dari pengangkutan sampah 30
4.3.1 Perhitungan Emisi CO_2 30
4.3.2 Perhitungan Emisi CH_4 32
4.3.3 Perhitungan Emisi N_2O 33
4.4 Ritasi pengangkutan sampah pada kecamatan kota Yogyakarta 35
4.5 Dampak Emisi Gas RumahKaca dari Pengangkutan Sampah 40
4.6 Penanggulangan Emisi Gas RumahKaca Dari Pengangkutan Sampah 41
BAB V 42
KESIMPULAN DAN SARAN 42
5.1 Kesimpulan 42
5.2 Saran 42
DAFTAR PUSTAKA 43
LAMPIRAN 47

Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu 14
Tabel 3. 1 Kepadatan Penduduk..... 18
Tabel 3. 2 Faktor Pelayanan 19
Tabel 3. 3 Faktor Emisi Bahan Bakar 22
Tabel 4. 1 Volume Total Timbulan Sampah Fasilitas Umum.....25
Tabel 4. 2 Berat Total Timbulan Sampah Fasilitas Umum 25
Tabel 4. 3 Total Berat Timbulan Sampah Permukiman 26
Tabel 4. 4 Total Volume Timbulan Sampah Permukiman.....27
Tabel 4. 5 Total timbulan sampah seluruh kecamatan 28
Tabel 4. 6 Data ritasi rute pengangkutan Kecamatan Danurejan 29
Tabel 4. 7 Data ritasi dan total waktu perjalanan pengangkutan sampah.....30
Tabel 4. 8 Data total trip kendaraan dan konsumsi BBM pengangkutan sampah.....30
Tabel 4. 9 Rekapitulasi data ritasi dan konsumsi pengangkutan sampah.....31
Tabel 4. 10 Faktor Emisi Default..... 32

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Pola Pengangkutan HCS dengan cara 1 7
Gambar 2. 2 Pola Pengangkutan HCS denagn cara 2 8
Gambar 2. 3 Pola pengangkutan HCS dengan cara 3 9
Gambar 2. 4 Pengangkutan dengan SCS mekanis 10
Gambar 2. 5 Pengangkutan SCS Manual 11
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 17
Gambar 4. 1 Peta Lokasi Penelitian 24
Gambar 4. 2 Grafik persentase timbulan sampah 29
Gambar 4. 3 Grafik Emisi CO_2 31
Gambar 4. 4 Grafik Emisi CH_4 32
Gambar 4. 5 Grafik Emisi N_2O 33
Gambar 4. 6 Total emisi seluruh kecamatan 34

Daftar Lampiran

Lampiran 1. Lokasi TPS dan Kontainer Kecamatan Danurejan 47
Lampiran 2. Peta Lokasi TPS Kecamatan Jetis 48
Lampiran 3. Peta Lokasi TPS dan Depo pada Kecamatan Kraton 49
Lampiran 4. Peta Lokasi TPS Kecamatan Wirobrajan 50
Lampiran 5. Perhitungan Nilai Emisi CO_2 51
Lampiran 6. Perhitungan Nilai Emisi CH_4 53
Lampiran 7. Perhitungan Nilai Emisi N_2O 55
Lampiran 8. Ritasi Pengangkutan Sampah Seluruh Kecamatan 57
Lampiran 9. Timbulan Sampah Kecamatan Danurejan 63
Lampiran 10. Timbulan Sampah Kecamatan Jetis 65
Lampiran 11. Timbulan Sampah Kecamatan Kraton 69
Lampiran 12. Timbulan Sampah Kecamatan Wirobrajan 72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Yogyakarta mengalami peningkatan populasi setiap tahun, urbanisasi sangat pesat serta perkembangan ekonomi yang berkembang sangat pesat di kota Yogyakarta. Hal ini sangat berpengaruh terhadap jumlah sampah yang akan ditimbulkan (Minghua, 2009). Kota Yogyakarta memiliki jumlah penduduk 414.055 jiwa. Kota Yogyakarta termasuk kota besar di Indonesia dengan laju pertumbuhan penduduk 0,21% pertahun (Kota Yogyakarta Dalam Angka, 2020). Meningkatnya jumlah penduduk setiap tahun dan meningkatnya pendatang dari luar daerah dapat meningkatkan jumlah sampah yang di hasilkan terutama sampah perkotaan. (Nabegu, 2010). Sampah dari sisa-sisa aktivitas manusia akan di proses ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yang akan terbentuk proses dekomposisi dengan cara anaerobik dan akan menghasilkan Metana (CH_4) dan Karbondioksida (CO_2) (Terraza dan Willumsen, 2019). Emisi gas rumahkaca yang di timbulkan oleh sampah di TPA akan berbeda jika dilihat dari jenis dan karakteristik dari masing-masing sampah tersebut (Garcilasso *et al,* 2011).

Pengangkutan sampah menjadi pertimbangan karena emisi gas rumahkaca akan timbul dari hasil pengangkutan sampah, emisi dari pengangkutan sampah di pengaruhi oleh kendaraan pengangkut sampah seperti dari jenis kendaraan, bahan bakar yang digunakan, daya dukung kendaraan serta perilaku pengemudi dalam berkendara (Eisted *et al*., 2009). Emisi gas rumahkaca diperkirakan akan meningkat dengan bertambahnya jumlah sampah yang dihasilkan. Gas yang terkandung dalam gas rumahkaca diantaranya seperti Karbon dioksida (CO_2), Metana (CH_4), Dinitrogen oksida (N_2O) (Shine,

2016). Sektor dari kendaraan termasuk berkontribusi besar untuk menghasilkan gas emisi rumahkaca dan emisi gas rumahkaca sebanyak 95% dari sektor transportasi dihasilkan dari bahan bakar (IPCC, 2007a) Emisi gas rumahkaca menjadi salah satu penyebab pemanasan global dan perubahan iklim, salah satu upaya untuk mengurangi perubahan iklim mengacu pada Peraturan Presiden No. 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan emisi gas rumahkaca (RAN-GRK). Rencana aksi Nasional penurunan emisi gas rumahkaca untuk rencana kerja dengan menurunkan emisi gas rumahkaca dari target pembangunan nasional serta target penurunan emisi gas rumahkaca26% (0,767 Gton CO_2).

Pada Peraturan Presiden No. 71 tahun 2011 disebutkan bahwa Pemerintahan Kabupaten maupun Kota wajib untuk melaksanakan Inventarisasi emisi gas rumahkaca Nasional, tujuan penyelenggaraan Inventarisasi emisi gas rumahkaca Nasional berdasarkan pasal 2 yaitu untuk informasi berkala mengenai tingkat, status serta kecenderungan perubahan emisi dan serapan gas rumahkaca termasuk simpanan karbon pada tingkat Nasional, Provinsi dan Kabupaten/Kota, penyelenggaraan Inventarisasi gas rumahkaca Nasional menggunakan IPCC. IPCC (*Intergovermental Panel on Climate Change*) 2006 Salah satu metode untuk pengurangan emisi dengan cara dihitung, dilaporkan, dan di verifikasi, dengan metode yang digunakan oleh seluruh negara yang meratifikasi UNFCCC menggunakan perhitungan emisi IPCC 2006 (Tim Badan Litbang Kehutanan dan Ditjen Planologi, 2009).

Pertimbangan untuk studi di tingkat kepadatan penduduk tinggi serta mengacu pada SNI 3242-2008 bahwa kondisi permukiman yang padat atau tinggi akan mempengaruhi sistem penanganan sampah perkotaan, jumlah penduduk serta aktifitas kegiatan penduduk tinggi akan mengakibatkan peningkatan terhadap volume sampah yang dihasilkan, terutama dari pengangkutan sampah sangat dibutuhkan agar sampah yang terangkut dengan optimal. Oleh karena itu, diperlukan Inventarisasi emisi gas rumahkaca pada

pengangkutan sampah perkotaan di Kota Yogyakarta dengan kepadatan penduduk tinggi agar dapat mengurangi tingkat emisi gas rumahkaca dengan menggunakan metode IPCC.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang didapat maka rumusan masalah yang dapat disusun yaitu:

1. Bagaimana hasil analisis pengangkutan sampah perkotaan berdasarkanjarak tempuh, waktu perjalanan, ritasi dan konsumsi bahan bakarberdasarkan data dari DLH Kota Yogyakarta?
2. Berapa gas rumahkaca yang dihasilkan dari pengangkutan sampah pada Kota Yogyakarta?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis kegiatan pengangkutan sampah dari sumber menuju TPA berdasarkan dari DLH Kota Yogyakarta
2. Mampu menghitung emisi yang di hasilkan oleh pengangkutan sampah pada Kota Yogyakarta

1.4 Ruang Lingkup

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka perlu adanya ruang lingkup kegiatan ini yaitu:

1. Penentuan lokasi Titik sampling pada TPS,Depo,Kontainer dengan metode purposive sampling yang ada di Kecamatan Danurejan, Jetis, Kraton, Wirobrajan Kota Yogyakarta
2. Lokasi penelitian berada pada TPS,Depo, Kontainer yang ada di Kecamatan Danurejan, Jetis, Kraton, Wirobrajan Kota Yogyakarta
3. Metode perhitungan emisi gas rumahkaca menggunakan acuan pada IPCC 2006 (*Intergovermental Panel on Climate Change*)

4. Penelitian berdasarkan kepadatan penduduk tinggi dengan kecamatan kepadatan penduduk tinggi yaitu kecamatan Danurejan, Jetis, Wirobrajan, Kraton.
5. Parameter untuk gas rumahkaca yaitu CH_4 (Metana), CO_2 (Karbondioksida), N_2O (Dinitrogenoksida)
6. Data jarak tempuh dan waktu tempuh menggunakan *Google Earth* pro

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini maka manfaat yang akan di dapat yaitu:

1. Dapat menghitung dan mengevaluasi potensi gas emisi rumahkaca yang berasal dari pengangkutan sampah perkotaan.
2. Dapat menambah pengetahuan peneliti terkait dengan emisi gas rumahkaca yang berasal dari pengangkutan sampah perkotaan.
3. Dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan terutama dari emisi gas rumahkaca pada pengangkutan sampah.
4. Dapat memberikan pengetahuan dan kontribusi bagi pemerintah Kota Yogyakarta terkait kandungan emisi dan pencemaran emisi berasal dari pengangkutan sampah perkotaan di Kota Yogyakarta.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Sampah merupakan hasil dari kegiatan manusia dengan berwujud padat dan tidak digunakan lagi,. Sampah dapat juga dihasilkan dari kegiatan seperti pasar, rumah tangga, industri dan lain-lain. Sampah juga dapat dikelompokkan yaitu Sampah dari rumah tangga biasanya disebut juga sampah domestik, sedangkan sampah non domestik berasal dari kegiatan industry, kegiatan komersil, kegiatan pertanian, pasar dan lain-lain (Tchobanuglus, 1993). Menurut (*Intergovermental Panel on Climate Change*) IPCC 2006 sampah perkotaan atau permukiman merupakan sampah yang dari segi pengelolaannya menjadi tanggung jawab pemerintah. Macam-macam sampah perkotaan salah satunya seperti sampah rumah tangga, sampah pasar, sampah pertokoan, sampah perkantoran dan sampah jalan raya (IPCC, 2016) dengan bertambahnya sampah domestik, maka dapat mengakibatkan pencemaran dan mengganggu keseimbangan lingkungan contohnya saja menimbulkan penyakit yang menular (Sudiran, 2005). Keadaan tersebut menyebabkan penurunan kualitas hidup serta mempengaruhi kesehatan manusia. Sampah masih menjadi permasalahan di Indonesia dikarenakan pelayanan yang masih relatif terbatas (Sumantri, 2015)

Jumlah sampah permukiman yang ada di Indonesia mengalami kenaikan 2-3% per tahun di karenakan efek dari peningkatan populasi dan pertumbuhan ekonomi yang terjadi (Wijayanti, 2015). Kementrian Lingkungan Hidup mencatat bahwa penduduk Indonesia menghasilkan 0,5 kg sampah per hari dan 125 juta kg sampah dari jumlah penduduk Indonesia. Bank dunia menyatakan bahwa jumlah sampah padat yang di produksi secara Nasional mencapai hingga 151.921 juta kg sampah per hari, jumlah total sampah ini 80 persen yang dapat dikumpulkan dan sisanya terbuang akan dapat mencemari lingkungan (Kementrian Lingkungan Hidup, 2008).

2.2 Pengangkutan Sampah

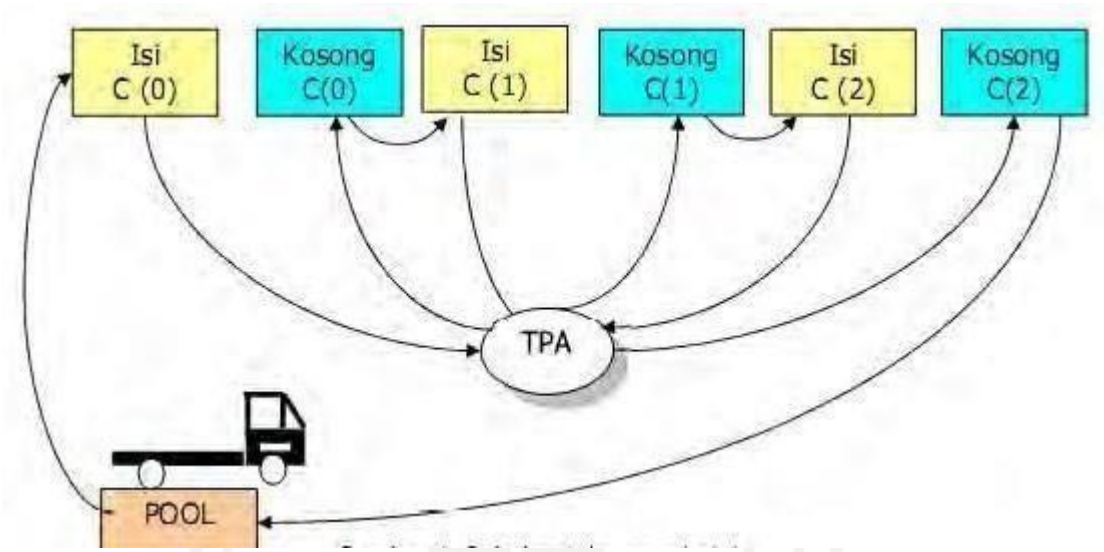
Menurut SNI 3234-2008 bahwa pengangkutan sampah merupakan kegiatan mengangkut sampah berasal dari lokasi pemindahan atau sumber sampah untuk kemudian akan di buang ke tempat pembuangan akhir. Faktor yang akan mempengaruhi pengangkutan sampah contohnya seperti kuantitas dan kualitas sampah, kepadatan penduduk, karakteristik sampah dan area pelayanan. Pengangkutan sampah juga akan memperhatikan jenis kendaraan, jarak, pola pengangkutan, tenaga kerja, dan tingkat pelayanan (Huang, 2011). Pesatnya perkembangan di sektor industri, sektor, ekonomi serta sektor perdagangan akan mempengaruhi dari pengangkutan sampah (Ismail, 2012). Untuk mengetahui total perjalanan pengangkut sampah, maka sangat penting untuk memperhatikan jadwal pengangkutan sampah dan rute dari kendaraan pengangkut sampah (Huang, 2015). Adapun 2 jenis sistem pengangkutan sama diantara lainnya yaitu:

2.2.1 *Hauled Container System* (HCS)

Hauled Container System (HCS) merupakan pola pengumpulan sampah dengan Kontainer sampah yang akan diangkut menuju ke tempat pembuangan dan dikosongkan kemudian Kontainer tersebut akan di kembalikan pada tempat yang semula atau tempat pengumpulan sampah selanjutnya. Pengangkutan *HauledContainer System* (HCS) dibedakan menjadi 3 pola pengangkutan sebagai berikut:

Pola pengangkutan HCS dengan cara 1 dapat dilihat pada gambar dibawah

Sumber: SNI 19-2454-2002



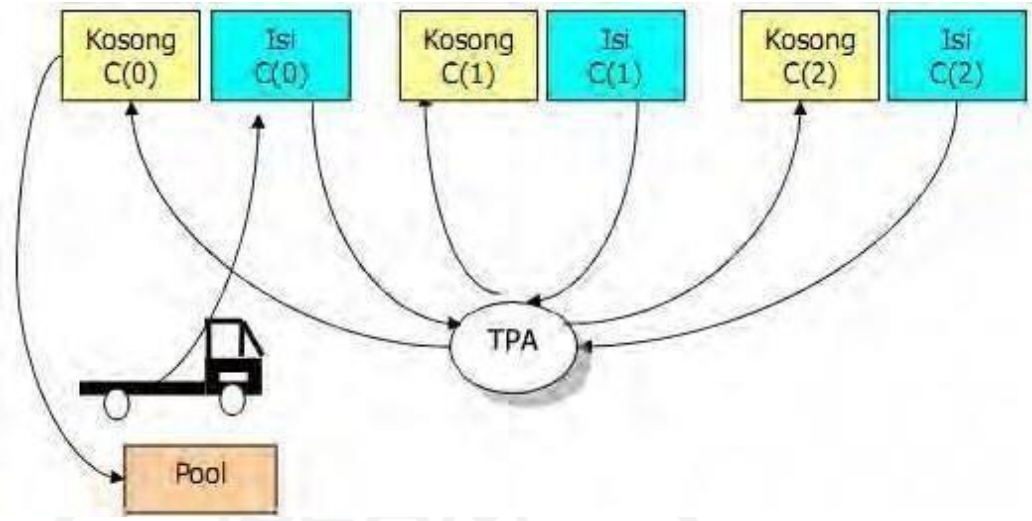
Gambar 2. 1 Pola Pengangkutan HCS dengan cara 1
Sumber: SNI 19-2454-2002

Pola pengangkutan yang pertama *Hauled Container System* (HCS) dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Kendaraan pengangkut dari *pool* menuju container yang telah terisi pertama kemudian mengangkut sampah ke TPA.
2. Kontainer yang kosong akan dikembalikan ke tempat semula
3. Menuju Kontainer yang telah terisi selanjutnya untuk diangkut ke TPA
4. Kontainer yang kosong akan dikembalikan ke tempat semula
5. Pengangkutan ini akan dilakukan seterusnya hingga rit terakhir

Pola pengangkutan *Hauled Container System* (HCS) dengan cara 2 dapat dilihat pada gambar dibawah

Sumber: SNI 19-2454-2002



Gambar 2. 2 Pola Pengangkutan HCS denagn cara 2

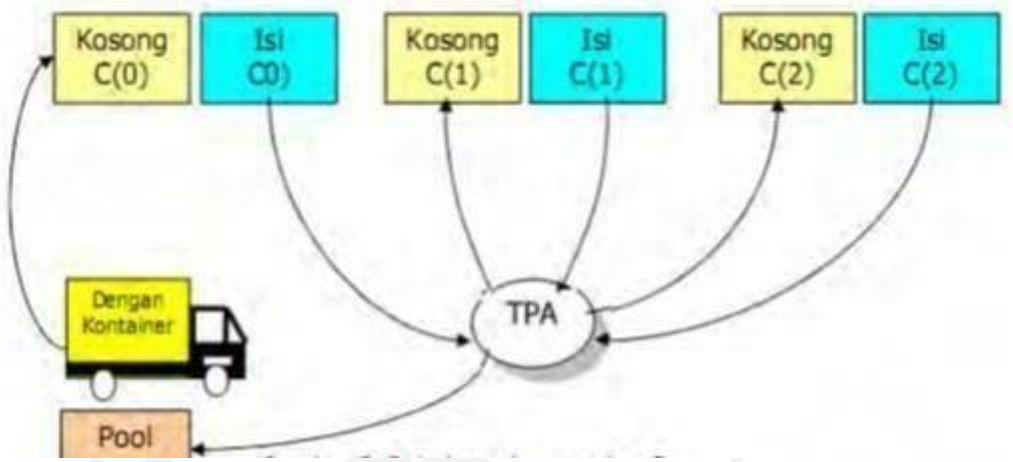
Sumber: SNI 19-2454-2002

Pola pengangkutan yang pertama *Hauled Container System* (HCS) dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Kendaraan pengangkut dari *pool* menuju Kontainer yang telah terisi pertama untuk menangkat sampah ke TPA.
2. Kendaran pengangkut dengan kontainer yang kosong dari TPA menuju lokasi yang kedua untuk memindahkan Kontainer yang kosong dan membawa Kontainer yang telah terisi untuk diangkut ke TPA
3. Seterusnya hingga pada rit terakhir
4. Pada rit terakhir dengan kontainer yang kosong dari TPA akan menuju ke lokasi Kontainer pertama setelah itu kendaraan pengangkut kembali ke *pool* tanpa Kontainer
5. Pola pengangkutan ini diberlakukan pada kondisi tertentu seperti: mengurangi kemacetan lalu lintas dan pengambilan pada jam tertentu.

Pola pengangkutan *Hauled Container System* (HCS) dengan cara 3 dapat dilihat pada gambar

Sumber: SNI 19-2454-2002



Gambar 2. 3 Pola pengangkutan HCS dengan cara 3
Sumber: SNI 19-2454-2002

Pola pengangkutan yang pertama *Hauled Container System* (HCS) dengan penjelasan sebagai berikut:

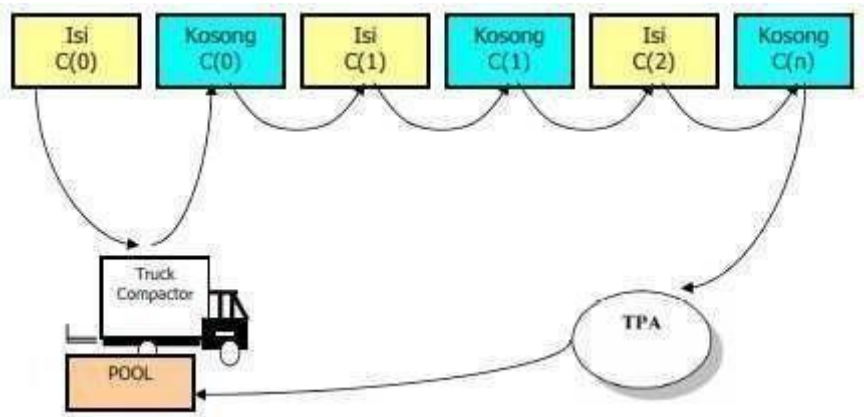
1. Kendaraan pengangkut dari *pool* mengangkut Kontainer kosong menuju lokasi Kontainer yang telah terisi untuk mengganti atau mengambil kemudian langsung diangkut ke TPA
2. Kendaraan pengangkut dengan kontainer yang kosong dari TPA menujulokasi Kontainer yang telah terisi berikutnya
3. Seterusnya hingga rit terakhir.

2.2.2 Stasionary Container System

Stasionary Container System (SCS) merupakan pola pengangkutan sampah dengan Kontainer sampah di letakkan pada titik pengambilan. Sampah kemudian dipindah untuk di masukkan ke dalam truk pengangkut sampah dengan cara memindahkan secara manual dan dengan peralatan mekanik. Kemudian akan diangkut menuju TPA. *Stasionary Container System* (SCS) memiliki 2 jenis system pengangkutan yaitu mekanis dan manual. Sistem pengangkutan mekanis menggunakan *Container* dan *compactor truck*, sedangkan

sistem manual menggunakan *container* seperti bak sampah dan juga menggunakan tenaga kerja.

Sumber : Permen pu, 2013

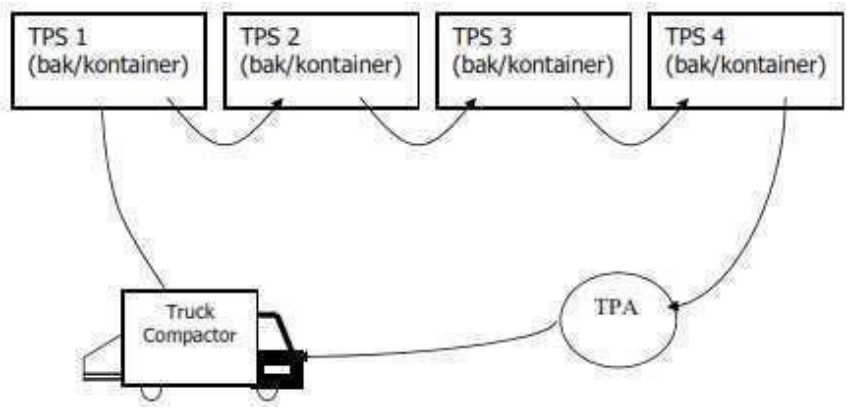


Gambar 2. 4 Pengangkutan dengan SCS mekanis
Sumber : Permen pu, 2013

Pengangkutan Stasionary Container System (SCS) mekanik dengan cara:

1. Kendaran pengangkut dari *pool* akan menuju Kontainer pertama dan sampah akan dipindahkan kedalam truk kompaktor kemudian meletakkan Kontainer yang kosong
2. Kendaraan pengangkut menuju Kontainer selanjutnya hingga kapasitas truk pengangkut penuh kemudian menuju TPA
3. Pengangkutan ini dilakukan seterusnya hingga sampai rit terakhir

Sumber : Permen pu, 2013



gambar 2. 5 Pengangkutan SCS Manual
Sumber : Permen pu, 2013

Pengangkutan *Stasionary Container System* (SCS) manual dengan cara:

1. Kendaraan pengangkut dari *pool* menuju TPS pertama kemudian sampah akan dipindahkan ke dalam truk kompaktor atau truk biasa.
2. Kendaraan pengangkut menuju TPS selanjutnya hingga kapasitas truk pengangkut penuh dan kemudian akan menuju TPA.
3. Pengangkutan ini dilakukan seterusnya hingga rit terakhir

2.3 Emisi Gas Rumahkaca

Gas rumahkaca adalah gas yang ada di atmosfer baik alami dan antropogenik dapat menyerap serta memancarkan kembali radiasi infra merah (Peraturan Presiden Republik Indonesia, 2011). Gas rumahkaca ini timbul dari sinar matahari yang menyentuh permukaan bumi kemudian akan berubah menjadi panas dan menghangatkan bumi, sebagian panas ini kemudian dipantulkan kembali dari permukaan bumi menuju angkasa luar sebagai radiasi infra merah gelombang panjang, sebagian panas sinar matahari yang dipantulkan akan diserap oleh gas-gas yang ada di atmosfer seperti gas CO_2 dan CH_4, sehingga panas sinar tersebut terperangkap di atmosfer bumi (Riza,2019) Emisi gas rumahkaca disebabkan oleh meningkatnya suhu global, ini disebut juga pemanasan global, pemanasan global disebabkan oleh emisi gas-gas seperti Karbondioksida (CO_2), *Metana* (CH_4), Dinitrogenoksida (N_2O), *Chlorofluorocarbons* (CFC) akan meningkat dan membuat energi dari matahari akan mengumpul pada atmosfer bumi (IPCC, 2006). Emisi dari gas CH_4 bersumber dari proses penguraian anaerob, sedangkan gas CO_2 bersumber daripenguraian aerob dan anaerob. Proses dari penguraian aerob ini dapat dihasilkan melalui sampah yang terkena udara. Sedangkan gas N_2O terbentuk melalui proses penguraian protein bersumber dari kandungan sampah.

Emisi gas rumahkaca dapat menjadikan tolak ukur untuk mengetahui kinerja sistem pengelolaan sampah pada suatu daerah maupun negara, jika sistem pengelolaan sampah masih buruk atau tidak berjalan dengan baik ini diakibatkan oleh semakin

tingginya emisi dari gas rumahkaca. Emisi dari gas rumahkaca yang cukup tinggi dapat mengetahui hanya sedikit saja sampah yang termanfaatkan (Bakas, 2011). Peningkatan jumlah emisi gas rumahkaca dapat mendukung terjadinya pemanasan global. Metana dan Karbondioksida merupakan zat yang utama menyebabkan efek rumahkaca dan efek rumahkaca dari zat metana lebih tinggi daripada Karbondioksida. Gas CO_2 akan bertahan di atmosfer hingga 50-200 tahun, N_2O bertahan selama 114-120 tahun sedangkan CH_4 dan CFC 12 tahun. Sumber utama pencemar udara di Indonesia sekitar 75% berasal dari gas buangan hasil pembakaran bahan bakar fosil, terutama yang telah digunakan pada sektor transportasi (Kuncoro, 2011). Climate Change Performance Index tahun 2018 mengeluarkan data besaran emisi gas rumahkaca Indonesia bahwa negara Indonesia dikategorikan sebagai negara yang mempunyai rating emisi rendah (Burck *et al*, 2018)

2.4 Model IPCC

*Intergovermental Panel on Climate Change (*IPCC) merupakan metode yang digunakan untuk mengurangi emisi, dengan cara seperti dihitung, dilaporkan, serta di verifikasi dengan metode perhitungan emisi IPCC (Tim Badan Litbang Kehutanan dan Ditjen Planologi, 2009). Menurut Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 Pasal 4 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi gas rumahkaca Nasional bahwa perhitungan emisi dan gas rumahkaca menggunakan data aktivitas dari setiap sumber emisi dan penyerapnya. Data aktivitas yang dimaksud ini merupakan data aktivitas manusia terkait dengan banyaknya gas emisi rumahkaca. Perumusan emisi GRK dengan menggunakan faktor emisi dalam IPCC Calculation Method (2006) adalah sebagai berikut:

$$E = A \times EF \quad (1)$$

Dimana,

E : Jumlah Emisi

A : data aktivitas (jumlah bahan penghasil emisi) menurut default IPCC: satuan fisik (ton batubara, kilo liter minyak diesel, dll

EF : faktor emisi menurut default IPCC: satuan emisi per unit energi

yang dikonsumsi (kg GRK/TJ)

Metode perhitungan emisi gas rumahkaca dari sektor persampahan berpedoman oleh IPCC 2006. Metode ini memprakirakan emisi dari CH_4 dari TPA dengan metode *First Order Decay* (FOD). Metode ini memperkirakan bahwa Degradable Organic Carbon (DOC) memecah secara perlahan sehingga terbentuk CH_4 dan CO_2. Data pembuangan membutuhkan minimal 50 tahun sebagai jangka waktu untuk memberikan nilai yang akurat atau tepat. Berdasarkan IPCC 2006 GLbahwa faktor emisi spesifik merupakan faktor emisi yang di dapat dari data aktivitas pada suatu daerah atau negara. perhitungan dari gas rumahkaca di bagi menjadi 3 tingkat ketelitian. Tingkat ketelitian disebut juga dengan "*Tier*". Tier dapat dibedakan menjadi *Tier* 1, *Tier* 2, dan *Tier* 3. Metode untuk *Tier* 1 yaitu mengestimasi berdasarkan dengan data aktivitas serta faktor emisi default yang terdapat pada IPCC, *Tier* 2 yaitu mengestimasi berdasarkan data yang lebih akurat serta faktor emisi spesifik dari suatu negara, dibutuhkan data aktivitas tempat pembuangan limbah dan TPA sampah. Data spesifik merupakan data statistik dan data survey, data ini diperlukan untuk jumlah limbah yang dibuang ke TPA. dan *Tier* 2 untuk estimasi tingkat emisi gas rumahkaca menggunakan parameter *default* , *Tier 3* yaitu mengestimasi berdasarkan metode spesifik dari suatu negara serta data aktivitas yang lebih akurat atau pengukuran langsung dan faktor spesifik dari suatu negara.

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini mengacu pada penelitian-penelitian terdahulu seperti pada tabel di bawah

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul	Hasil
1	Wahyudi, 2019	*Emisi gas rumah kaca (GRK) dari pembakaran terbuka sampah rumah tangga menggunakan model ipcc*	Bahwa emisi CO2, N2O, dan CH4 pada Tier 1 lebih rendah dibandingkan dengan emisi 3 jenis gas rumahkaca tersebut pada Tier 2. Emisi gas rumahkaca, yang dihitung dengan Tier 1 maupun Tier 2 mengalami peningkatan selama periode 2013-2017. Emisi CO2 memberikan kontribusi terbesar terhadap total emisi GRK dibanding-kan dengan emisi N2O, dan CH4 baik dihitung dengan Tier 1 maupun Tier 2.
2	Dara, Ambariski, Herumurti, 2016	*Sistem Pengangkutan Sampah Berdasarkan*	Lokasi antara TPS di Surabaya Barat dan TPA Benowo relatif dekat, jarak terdekat hanya sejauh 4 km dari TPA Benowo sedangkan jarak terjauh yaitu 20 km. Waktu pengangkutan sampah seringkali dipengaruhi oleh beberapa

No	Nama Peneliti	Judul	Hasil
		Kapasitas Kendaraan Pengangkut dan Kondisi	faktor, yaitu rute pengangkutan, kecepatan kendaraan, jumlah ritasi, tipe jalan dan aktivitas di TPA. Waktu yang diperlukan untuk pengangkutan sampah pada masing-masing kendaraan diukur dengan menggunakan *stopwatch*. Pemerataan dan perhitungan kembali terhadap jarak tempuh masing-masing sopir truk *arm roll* diperlukan agar dapat menghindari kelebihan waktu kerja pada sopir tertentu
3	Sarwanto, Moersidik & Suwartha, 2012	Gas rumahkaca dari Pengelolaan Sampah di Kota Tangerang dengan Pendekatan Metode IPCC	total emisi GRK dari kondisi eksisting pada tahun 2012 adalah sebesar 26.351,66 MTCO2e; 4.739,16 MTCO2e berasal dari pengangkutan sampah 16.365,05 MTCO2e dari pembakaran terbuka dan 5.247,46 TCO2e berasal dari penimbunan sampah
4	Freidrich, Trois, 2011	Quantification of greenhouse gas emissions from waste management processes for	Umur kendaraan dan perbaikan atau perawatan kendaraan pengangkut sampah yang kurang baik dapat menimbulkan gas rumahkaca yang tinggi, kendaraan pengangkut sampah di Afrika usia kendaraan pengangkut jauh lebih tua serta kurangnya pemeliharaan armada kendaraan dapat

No	Nama Peneliti	Judul	Hasil
		municipalities- A comparative review focusing on Africa	menyebabkan tingginya emisi yang dihasilkan oleh kendaraan pengangkut.
5	Chen, Lin, 2008	Greenhouse gases emissions from waste management practices using Life Cycle Inventory Model	Emisi gas rumahkaca dari pengangkutan sampah berasal dari CO_2 yang dihasilkan oleh bahan bakar kendaraan pengangkutan sampah, serta jumlah seluruh emisi dapat berasal dari total jarak tempuh atau bahan bakar dan menggunakan alat *hopper compactor* selama pengumpulan dan pengangkutan sampah

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Dalam penelitian ini metode akan dilaksanakan secara sistematis berguna untuk menganalisis kegiatan pengumpulan dan pengangkutan sampah perkotaan mulai dari sumber menuju TPA kemudian akan dilakukan perhitungan dan estimasi potensijumlah Emisi gas rumahkaca berasal dari pengangkutan sampah dengan menggunakanMetode IPCC. Berikut metode penelitian yang dapat dilihat :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pra penelitian ini dimulai pada tanggal 25 Januari hingga 13 Maret 2020. Untuk pengumpulan data pokok atau lanjutan terhitung dari April-Juli 2020. Penelitianakan menggunakan proyeksi perencanaan timbulan sampah 5 tahun (2020-2025) dan dilaksanakan pada wilayah kecamatan dengan tingkat kepadatan penduduk tinggi didasarkan pada faktor pelayanan serta kondisi permukiman yang padat atau tinggi akan mempengaruhi sistem penanganan sampah perkotaan, jumlah penduduk serta aktifitas kegiatan penduduk tinggi akan mengakibatkan peningkatan terhadapvolume sampah yang dihasilkan, terutama dari pengangkutan sampah sangat dibutuhkan agar sampah yang terangkut dengan optimal. (Danurejan, Jetis, Wirobrajan, Kraton) Kota Yogyakarta, dengan meliputi TPS, Kontainer dan Depo serta jalur pengangkutan dimulai dari sumber ke TPA.

Pengambilan data untuk penelitian ini akan dilaksanakan dengan faktortingkat kepadatan penduduk di setiap daerah kecamatan di Kota Yogyakarta (Kecamatan Danurejan, Jetis, Wirobrajan, Kraton) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 1 Kepadatan Penduduk

No	Kecamatan	Kepadatan Penduduk (Jiwa/km^2)
1	Danurejan	19395
2	Jetis	15960
3	Kraton	15834
4	Wirobrajan	15594

Sumber: Hasil Analisis Perhitungan Excel Kepadatan Penduduk, 2021

Dalam penelitian ini peneliti melakukan perhitungan persentase pelayanan di dapatkan dengan cara kapasitas TPS (m^3) dibagi dengan timbulan sampah (m^3/orang/hari) seperti pada tabel dibawah:

Tabel 3. 2 Faktor Pelayanan

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Luas wailayah (km2)	Timbulan sampah (m3/orang /hari)	Kapasitas (m3)	Persentase pelayanan	TPS/Depo/ Kontainer	Populasi Sampel
1	Mantrirejon	35433	2.61	88.58	26	29.35%	8	
2	Kraton	21831	1.4	54.58	20	36.65%	5	
3	Mergangsan	32043	2.31	80.11	54	67.41%	3	
4	Umbulharjo	69887	8.12	174.72	70	40.06%	5	21
5	Kotagede	34311	3.07	85.78	70	81.61%	4	
6	Gondokusuman	42818	3.99	107.05	169	157.88%	2	
7	Pakualaman	10810	6.3	27.03	12	44.40%	7	
8	Danurejan	21335	1.1	53.34	48	89.99%	9	
9	Gondomanan	14982	1.12	37.46	29	77.43%	4	26
10	Ngampilan	18550	8.2	46.38	20	43.13%	37	
11	Wirobrajan	27868	1.76	69.67	38	54.54%	2	
12	Gedongtengen	19891	9.6	49.73	46	92.50%	11	
13	Jetis	27132	1.7	67.83	32	47.18%	1	
14	Tegalrejo	37164	2.91	92.91	96	103.33%	5	56

Sumber: Hasil Analisis Excel Perhitungan Faktor Pelayanan, 2021

3.2.1 Jenis Sumber Data

Dalam penelitian ini untuk mendapatkan informasi yaitu dengan pengambilan data sekunder (Studi literature dan aplikasi Google Maps). Data sekunder merupakan data pelengkap yang di peroleh melalui perantara atau tidak secara langsung. Metode purposive data merupakan metode dengan pertimbangan tertentu agar data yang akan diperoleh menjadi lebih representatif. Penelitian ini menggunakan data seperti:

3.2.2 Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari:

1. Data metode atau acuan yang digunakan adalah IPCC 2006
2. Data Badan Pusat Statistik (BPS), data berupa luas wilayah dan jumlah penduduk Kota Yogyakarta
3. Data berasal dari jurnal, buku , studi literatur dan sebagainya.

4. Data Dinas Lingkungan Hidup (DLH), berupa data kapasitas TPS, Komposisi sampah, timbulan sampah, Titik lokasi TPS, Jadwal pengangkutan.

3.2.3 Pengambilan Data

Pengambilan data (pra penelitian) dilakukan mulai 25 januari sampai 13 maret 2020. Pengumpulan data pokok atau lanjutan terhitung dari April-juli 2020 yaitu pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan Studi literatur yaitu mencari referensi teori yang relefan dengan permasalahan yang ditemukan, dan referensi ini berupa buku, jurnal, artikel laporan penelitian dan sebagainya dengan tujuan memperkuat permasalahan serta sebagai dasar teori dalam melakukan studi.

3.3 Prosedur Analisis Data

Dalam penelitian ini untuk menganalisis data menggunakan metode deskriptif kualitatif. Kualitatif merupakan cara untuk melakukan pengamatan langsung pada individu dan berhubungan dengan orang-orang tersebut untuk mendapatkan data yang diperlukan. Deskriptif untuk mengumpulkan informasi aktual dan secara rinci dengan menggambarkan gejala yang ada. Deskriptif kualitatif merupakan jenis penelitian yang menghasilkan dan mengolah data yang bersifat deskriptif.

Data yang akan di ambil oleh peneliti yaitu jarak tempuh kendaraan dan waktu pengangkutan antara TPS dan TPA, pengambilan data yang seharusnya langsung (Primer) diganti dengan menggunakan bantuan aplikasi *Google Maps* dikarenakan kondisi sekarang yang tidak memungkinkan (Pandemik *Covid-19*), untuk pengambilan data jarak tempuh dan waktu pengangkutan menggunakan aplikasi *Google Maps* kemudian dianalisis dan dihitung selanjutnya dapat diestimasikan potensi emisi gas rumahkaca yang berasal dari pengangkutan sampah dengan parameter CH_4, CO_2, NO_2

menggunakan metode IPCC serta menganalisis kegiatan pengumpulan dan pengangkutan sampah perkotaan dari sumber menuju TPA. Berdasarkan *Tier 1* emisi CO_2,CH_4,N_2O dihitung dengan rumus sebagai berikut:

- Emisi (CO_2)

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar x Nilai Kalor Solar

Emisi CH_4 = Konsumsi Energi x Faktor Emisi Solar

dimana:

Emisi (CO2) = Emisi CO_2 (kg GRK)

Konsumsi Bahan Bakar = Bahan bakar dikonsumsi (L)

Konsumsi Energi = Konsumsi Energi (TJ/tahun)

Faktor Emisi $_a$ = Faktor emisi CO_2 (kg CO_2/TJ)

a = Jenis bahan bakar (solar)

Nilai Kalor = Nilai Kalor Default Bahan Bakar (TJ/L)

- Emisi (N_2O)

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar x Nilai Kalor Solar

Emisi CH_4 = Konsumsi Energi x Faktor Emisi Solar

dimana:

Emisi (N_2O) = Emisi N_2O (kg GRK)

Konsumsi Bahan Bakar = Bahan bakar dikonsumsi (km/L)

Konsumsi Energi = Konsumsi Energi (TJ/tahun)

Faktor Emisi $_a$ = Faktor emisi N_2O (kg N_2O/L)

a = Jenis bahan bakar (solar)

Nilai Kalor = Nilai Kalor Default Bahan Bakar (TJ/L)

- Emisi (CH_4)

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar x Nilai Kalor Solar

Emisi CH_4 = Konsumsi Energi x Faktor Emisi Solar

dimana:

Emisi (CH_4) = Emisi CH_4 (kg GRK)

Konsumsi BBM = Bahan bakar dikonsumsi (L)

Konsumsi Energi = Konsumsi Energi (TJ/tahun)

Faktor Emisi $_a$ = Faktor emisi CH_4 (kg CH_4/L)

a = Jenis bahan bakar (solar)

Nilai Kalor = Nilai Kalor Default Bahan Bakar (TJ/L)

Berdasarkan dari Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) truk kendaraan pengangkut sampah untuk bahan bakar menggunakan bahan bakar solar dan ketentuan konsumsi bahan bakar untuk perjalanan yaitu 1 liter/ 7 kilometer.

Berikut Faktor Emisi Bahan bakar dari CO_2, CH_4, dan N_2O dapat dilihat dibawah:

Tabel 3. 3 Faktor Emisi Bahan Bakar

Jenis BBM	Premium	Solar
CO_2 (Kg/TJ)	69.300	74.100
CH_4 (Kg/TJ)	33	3,9
N_2O (Kg/TJ)	3,2	3,9

Sumber : IPCC, 2006

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kota Yogyakarta mempunyai 14 Kecamatan dan 45 Kelurahan, menurut data statistik BPS Kota Yogyakarta dalam angka 2020. Kota Yogykarta memiliki luas area 32,50 km^2 dengan 414.055 Jiwa. dilaksanakan pada wilayah kecamatan dengan tingkat kepadatan penduduk tinggi didasarkan pada faktor pelayanan serta kondisi permukiman yang padat atau tinggi akan mempengaruhi sistem penanganan sampah perkotaan, jumlah penduduk serta aktifitas kegiatan penduduk tinggi akan mengakibatkan peningkatan terhadap volume sampah yang dihasilkan, terutama dari pengangkutan sampah sangat dibutuhkan agar sampah yang terangkut dengan optimal. Data TPS pada Kota Yogyakarta yang bersumber dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta adalah data sekunder yang di butuhkan dalam penelitian ini, pengambilan data sekunder dengan studi literatur, Google Maps. Penelitian dilaksanakan di Kota Yogyakarta pada Kecamatan Danurejan, Wirobrajan, Kraton, dan Jetis. Berikut Peta administrasi Kota Yogyakarta sebagai berikut :



Gambar 4. 1 Peta Lokasi Penelitian
Sumber: Google Earth Pro, 2021

Lokasi TPS pada Kecamatan Danurejan ada 11 TPS dan 1 Landasan Kontainer, yaitu TPS Hayam wuruk, TPS Stasiun kecil, TPS Kepatihan, TPS Stasiun, TPS Bu Endang, TPS Mas Suharto, TPS Pasar Lempuyangan, TPS Rusunawa, TPS DPRD, Landasan Kontainer UPT Malioboro, TPS Inna Garuda. Kecamatan Jetis mempunyai 8 TPS yaitu TPS Pasar Kranggan, TPS Pasar Pingit, TPS Gowongan, TPS Jati, TPS Wongsodirjan, TPS Kleringan, TPS Kedaulatan Rakyat, TPS Gondolayu. Kecamatan Kraton mempunyai 5 TPS dan 1 Depo, TPS Magangan, TPS Piri, TPS Pasar Kluwih, TPS PDHI, TPS Alun-alun Kidul, Depo Pasar Ngasem. Kecamatan Wirobrajan mempunyai 4 TPS yaitu TPS Pasar Serangan, TPS Pasar Klitikan, TPS Pasar Legi, Bin Patangpuluhan.

4.2 Timbulan Sampah yang di hasilkan pada Kecamatan Kota Yogyakarta

Data timbulan sampah yang di dapat berasal dari data BPS (Badan Pusat Statistik) Kota Yogyakarta dan BPS masing-masing kecamatan. Data timbulan sampah tersebut merupakan fasilitas umum seperti Kantor, Pasar, Sekolah Negeri dan Swasta (TK, SD, SMP, SMA). Perhitungan total volume timbulan sampah dengan contoh perhitungan sebagai berikut :

Volume sampah (m^3/hari) = jumlah penduduk x timbulan sampah berdasarkan volume timbulan sampah (m^3) x 365 hari/tahun

Perhitungan total berat timbulan sampah dengan contoh perhitungan sebagai berikut :

Berat sampah (m^3/hari) = jumlah penduduk x timbulan sampah berdasarkan volume timbulan sampah (m^3) x 365 hari/tahun

Perhitungan volume dan berat timbulan sampah lengkap terlampir dalam bagian lampiran.

Volume timbulan sampah yang di hasilkan dari fasilitas umum tercantum pada tabel berikut :

Tabel 4. 1 Volume Total Timbulan Sampah Fasilitas Umum

Total Timbulan Sampah 2025 Volume (m^3/hari)				
Sumber Sampah	Danurejan	Jetis	Kraton	Wirobrajan
Kantor	0,052	0,044	0,037	0,037
Sekolah	1,92	10,02	1,75	4,11
Pasar	0,40	2,74	2,12	6,48
Total	**2,36**	**12,8**	**3,92**	**10,6**

Sumber : Hasil Analisis Excel Perhitungan volume total timbulan sampah, 2021

Pada tabel di atas dapat dilihat total volume timbulan sampah dari fasilitas umum yang terbesar terdapat pada Kecamatan Jetis, Volume timbulan sampah pada Kecamatan Jetis terbesar bersumber dari sektor sekolah, sektor ini merupakan penghasil sampah terbanyak dipengaruhi dengan jumlah murid yang banyak setiap sekolah, sampah yang di hasilkan terutama sampah kertas dan sampah plastik (Dewilda,2013), sedangkan sektor kantor merupakan yang terkecil penghasil sampah, sampah paling banyak di hasilkan pada saat aktivitas perkantoran (Lingga,2019)

Berat timbulan sampah yang di hasilkan dari fasilitas umum terdapat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Berat Total Timbulan Sampah Fasilitas Umum

Total Timbulan Sampah 2025 Berat (kg/hari)				
Sumber Sampah	Danurejan	Jetis	Kraton	Wirobrajan
Kantor	10,36	8,88	7,4	7,4
Sekolah	255,5	1.335,3	234,4	548,2
Pasar	593,8	4.112,7	3191,4	9.718,9
Total	**859,77**	**5.457**	**3.433,31**	**10.274**

Sumber : Hasil Analisis Excel Perhitungan berat total timbulan sampah, 2021

Pada tabel di atas dapat dilihat total volume timbulan sampah dari fasilitas umum yang terbesar terdapat pada Kecamatan Wirobrajan, Berat timbulan sampah pada Kecamatan Wirobrajan terbesar bersumber dari sektor Pasar, sektor ini merupakan penghasil sampah terbanyak dipengaruhi oleh banyaknya jumlah pedagang dan beragam jenis yang diperjualbelikan akan menimbulkan timbulan sampah yang bermacam-macam dengan jumlah yang cukup besar (Djafar, 2014), sedangkan sektor kantor merupakan yang terkecil penghasil sampah, sampah paling banyak di hasilkan pada saat aktivitas perkantoran (Lingga,2019)

Data total berat timbulan sampah permukiman berasal dari rumah permanen tiap kecamatan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Total Berat Timbulan Sampah Permukiman

	Total Timbulan sampah 2025
Kecamatan	**Berat (kg/hari)**
Danurejan	11.369
Jetis	14.104
Kraton	11.436
Wirobrajan	14.531
Total	513.272,87

Sumber : Hasil Analisis Excel Perhitungan berat total timbulan sampah, 2021

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa berat total timbulan sampah permukiman masing-masing tiap Kecamatan berjumlah 513.272,87 kg/hari. Timbulan sampah permukiman terbesar berasal dari Kecamatan Wirobrajan, Kecamatan Wirobrajan merupakan salah satu penduduk yang terpadat dari Kecamatan Danurejan, Jetis dan kraton. Kecamatan dengan jumlah berat timbulan sampah terkecil berasal dari Kecamatan Danurejan. Berdasarkan Damanhuri (2010) sampah dari rumah permanen yang di hasilkan oleh orang/hari berjumlah 0,350 – 0,400 kg/orang/hari. Rumah

permanen ini mengambil estimasi terbesar 0,400 kg/orang/hari karena penelitian ini dilaksanakan dengan kepadatan penduduk yang tinggi dengan Jumlah rata-rata per keluarga yaitu 3 orang per keluarga berdasarkan pada BPS (Badan Pusat Statistik) setiap Kecamatan.

Data total volume timbulan sampah permukiman dari rumah permanen tiap Kecamatan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Total Volume Timbulan Sampah Permukiman

Kecamatan	Total Timbulan sampah 2025 Volume (m^3/hari)
Danurejan	71,05
Jetis	88,15
Kraton	71,48
Wirobrajan	90,82
Total	321,51

Sumber : Hasil Analisis Excel Perhitungan volume timbulan sampah, 2021

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa volume total timbulan sampah permukiman dari masing-masing tiap kecamatan berjumlah 321,51 m^3/hari. Timbulan sampah permukiman terbesar berasal dari Kecamatan Wirobrajan, Kecamatan Wirobrajan salah satu penduduk yang terpadat dari Kecamatan Danurejan, Jetis dan kraton. Kecamatan dengan jumlah berat timbulan sampah terkecil berasal dari Kecamatan Danurejan.. Menurut Damanhuri dan Padmi (2010) besarnya timbulan sampah berdasarkan sumbernya volume dan berat timbulan sampah dari Rumah permanen sebesar 2,25-2,50 Liter/orang/hari dan 0,350-0,400 kg/orang/hari, Kantor sebesar 0,50-0,75 liter/orang/hari dan 0,025-0,100 kg/orang/hari, Sekolah sebesar 0,10-0,15 liter/murid/hari dan 0,010-0,020 kg/murid/hari, Pasar sebesar 0,20-0,60 liter/m^2/hari dan 0,100-0,300 kg/m^2/hari.

Total hasil analisis timbulan sampah yang di hasilkan pada permukiman dan fasilitas umum dari seluruh kecamatan dapat dilihat pada tabel di bawah:

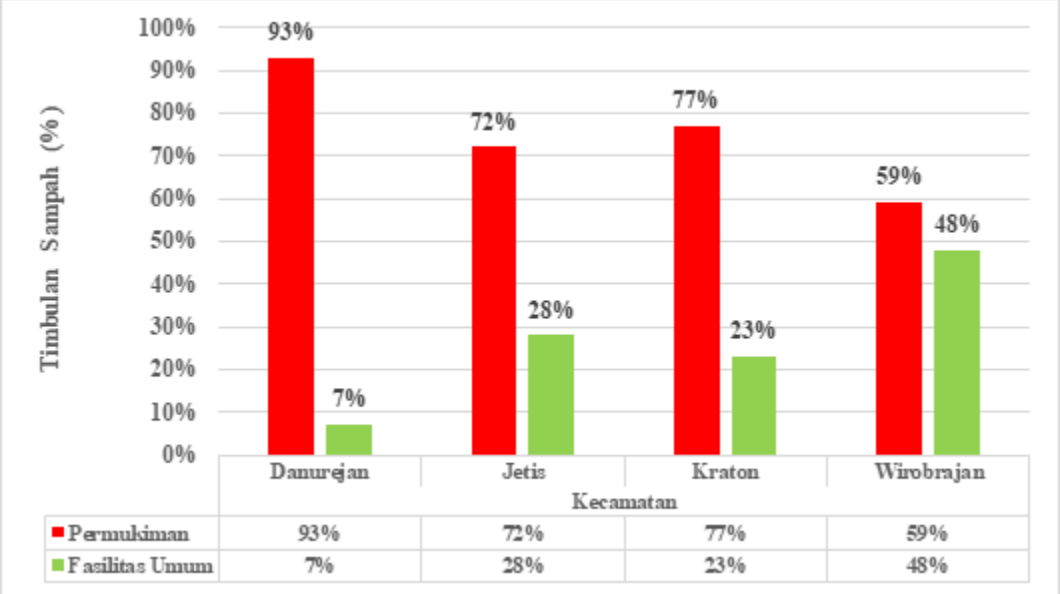
Tabel 4. 5 Total timbulan sampah seluruh kecamatan

	Timbulan Sampah 2025	
Sumber Sampah	**Berat (kg/hari)**	**Volume (m^3/hari)**
Fasilitas Umum	20.024,08	29,68
Permukiman	513.272,87	321,51

Sumber : Hasil Analisis Excel Perhitungan volume dan berat total timbulan sampah, 2021

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa total timbulan sampah dari permukiman dan fasilitas umum paling besar berasal dari sektor permukiman, Timbulan sampah dari permukiman sangat besar karena berasal dari kegiatan rumah tangga terutama sampah dapur atau sisa makanan (Ratya, 2017).

Persentase berat timbulan sampah yang di hasilkan oleh Kecamatan Danurejan, Jetis, Kraton dan Wirobrajan di sajikan dengan grafik di bawah:



Gambar 4. 2 Grafik persentase timbulan sampah
Sumber : Hasil analisis excel persentase timbulan sampah, 2021

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa seluruh Kecamatan yang terbesar dari sektor permukiman, Kecamatan Danurejan memiliki persentase timbulan sampah terbesar dari sektor permukiman. Persentase timbulan sampah dari sektor permukiman ini akibat dari meningkatnya jumlah penduduk setiap tahun dan meningkatnya pendatang dari luar daerah dapat meningkatkan jumlah sampah yang di hasilkan terutama sampah perkotaan (Nabegu, 2010).

4.3 Ritasi pengangkutan sampah pada kecamatan kota Yogyakarta

Rute pengangkutan sampah pada Kecamatan Danurejan, Jetis, kraton, Wirobrajan dapat menentukan faktor emisi berdasarkan dengan jumlah dan lokasi TPS, Depo, Kontainer, untuk menghitung konsumsi BBM, nilai emisi dan konsumsi energi diperlukan data lokasi TPS, Depo dan Kontainer serta menentukan ritasi pengangkutan sampah dan dapat jarak dan total trip perhari dari pengangkutan sampah. Berikut contoh rute pengangkutan yang ada pada Kecamatan Danurejan:

Tabel 4. 6 Data ritasi rute pengangkutan Kecamatan Danurejan

No	Kecamatan	Rute		Jarak	Total Jarak
		Dari	Ke	km	km
1	Danurejan (1)	DLH Kota Yogyakarta	TPS Bu Endang	1	51.36
		TPS Bu Endang	TPS Pos Kamling	0.16	
		TPS Pos Kamling	TPA	12.6	
		TPA	TPS Rusunawa	13	
		TPS Rusunawa	TPA	13	
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6	

Sumber : Hasil analisis pengangkutan Kecamatan Danurejan, 2021

Tabel 4. 7 Data ritasi dan total waktu perjalanan pengangkutan sampah

No	Kecamatan	Rute		Waktu Perjalanan	Waktu di TPS dan TPA	Waktu Total
		Dari	Ke	(jam)	(jam)	(jam)
1	Danurejan (1)	DLH Kota Yogyakarta	TPS Bu Endang	0.22	0.25	2.12
		TPS Bu Endang	TPS Pos Kamling	0.03		
		TPS Pos Kamling	TPA	0.48		
		TPA	TPS Rusunawa	0.48		
		TPS Rusunawa	TPA	0.48		
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	0.42		

Sumber : Hasil analisis pengangkutan Kecamatan Danurejan, 2021

Tabel 4. 8 Data total trip kendaraan dan konsumsi BBM pengangkutan sampah

No	Kecamatan	Rute		Total Trip Kendaraan	Konsumsi BBM Diesel	
		Dari	Ke	hari	L/hari	L/tahun
1	Danurejan (1)	DLH Kota Yogyakarta	TPS Bu Endang	3	0.14	52.142
		TPS Bu Endang	TPS Pos Kamling			
		TPS Pos Kamling	TPA			
		TPA	TPS Rusunawa			
		TPS Rusunawa	TPA			
		TPA	DLH Kota Yogyakarta			

Sumber : Hasil analisis pengangkutan Kecamatan Danurejan, 2021

Pada tabel diatas dapat dilihat contoh pengangkutan sampah pada Kecamatan Danurejan yang di mulai dari pool (DLH Kota Yogyakarta) kemudian menuju TPS Bu endang, TPS Pos Kamling, kemudian menuju ke TPA setelah itu kendaraan pengangkut kembali menuju TPS Rusunawa kemudian menuju TPA dan kembali pada pool (DLH Kota Yogyakarta). Total dari ritasi pengangkutan sampah sebanyak 3 kali ritasi.

Tabel 4. 9 Rekapitulasi data ritasi dan konsumsi pengangkutan sampah

No	Kecamatan	Jenis Truk	Total Jarak	Total Waktu Perjalanan	Total Trip per Hari	Konsumsi BBM Diesel	
			(km)	(Jam)		L/hari	L/tahun
1	Danurejan (1)	*Dump truck*	51.36	2.12	3	7.34	2678.1
2	Danurejan (2)	*Dump truck*	55.73	2.23	3	7.37	2909.1
3	Danurejan (3)	*Dump truck*	57.25	2.38	3	8.18	2985.2
4	Danurejan (4)	*Dump truck*	59.89	2.25	3	8.56	3122.8
5	Jetis (1)	*Dump truck*	65	2.63	3	9.25	3374.7
6	Jetis (2)	*Dump truck*	66	2.68	3	9.46	3451.9
7	Kraton	*Dump truck*	56	2.03	3	8.01	2922.6
8	Wirobrajan	*Dump truck*	59.85	1.62	3	8.55	3120.8

Sumber : Hasil analisis pengangkutan Kecamatan Danurejan, 2021

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa jumlah ritasi atau total trip perhari pada setiap kecamatan adalah 3 ritasi, untuk mengetahui konsumsi BBM pada kendaraan pengangkut sampah maka dapat diketahui terlebih dahulu total jarak perjalanan kendaraan pengangkut dan total waktu perjalanan sehingga dapat diketahui konsumsi BBM yang terpakai. KonsumsiBBM pada setiap kecamatan sekitar 7,34-8,55 liter/hari dan untuk pertahunnya Konsumsi BBM sekitar 2678-3121 Liter/tahun Pada setiap Kecamatan kendaraan pengangkut sampah menggunakan *Dumptruck*. Pada Kecamatan Danurejan Kecamatan Kraton dan Wirobrajan hanya menggunakan 1 kendaraan *Dumptruck.* Jarak total kendaraan pengangkut terjauh yaitu

pada Kecamatan Jetis dengan jarak 66 km dengan total waktu 2.68 jam sedangkan jarak total kendaraan pengangkut yang terdekat yaitu pada Kecamatan Dnurejan dengan jarak 51,36 km dengan total waktu 2.12 jam. untuk kendaraan pengangkut sampah menggunakan 4 kendaraan *Dumptruck* untuk mengambil sampah pada TPS/Depo/Kontainer yang akan di pindahkan ke TPA, pada Kecamatan Jetis kendaraan pengangkut sampah menggunakan 2 kendaraan *Dumptruck,* pada

4.4 Perhitungan emisi gas rumahkaca dari pengangkutan sampah

Perhitungan untuk mencari nilai emisi berdasarkan dari bahan bakar solar dengan menggunakan faktor emisi default IPCC untuk pembakaran bahan bakar pada sumber bergerak sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Faktor Emisi Default

Emisi	Solar
CO_2 (Kg/TJ)	74.100
CH_4 (Kg/TJ)	3,9
N_2O (Kg/TJ)	3,9

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

Bahan bakar yang di gunakan untuk pengangkutan sampah menggunakan bahan bakar solar. Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa faktor emisi default dari bahan bakar solar untuk CO_2 yaitu 74100 kg/TJ, CH_4 yaitu 3,9 kg/TJ dan N_2O yaitu 3,9 kg/TJ. Menurut Kementerian lingkungan hidup untuk nilai kalor solar senilai 36 x 10^{-6} TJ/liter.

4.3.1 Perhitungan Emisi CO2

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah Kecamatan Danurejanberjumlah 11.695,2 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CO_2 berdasarkan dari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC metode *Tier* 1 dengan nilai faktor emisi solar sebesar 74100 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 11.695,2 L/tahun x 36x10^{-6} TJ/L

= 0,421 TJ/tahun

Emisi CO_2 = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg CO_2/TJ)

= 0,421 TJ/tahun x 74100 kg/TJ

= 31.196,1 kg CO_2/tahun

= 31,19 ton CO_2/tahun

Perhitungan untuk Kecamatan Jetis, Kraton dan Wirobrajan dapat dilihat pada Lampiran 5

4.3.2 Perhitungan Emisi CH4

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah kecamatan Danurejanberjumlah 11.695,2 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CH_4 berdasarkandari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi solar sebesar 3,9 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 11.695,2 L/tahun x $36x10^{-6}$ TJ/L

= 0,421 TJ/tahun

Emisi CH_4 = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg CH_4 /TJ)

= 0,421 TJ/tahun x 3,9 kg/TJ

= 1,64 kg CH_4 /tahun

= 0,00164 ton CH_4/tahun

Perhitungan untuk Kecamatan Jetis, Kraton dan Wirobrajan dapat dilihat pada Lampiran 6

4.3.3 Perhitungan Emisi N2O

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah kecamatan Danurejan berjumlah 11.695,2 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi N_2O berdasarkan dari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi solar sebesar 3,9 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 11.695,2 L/tahun x $36x10^{-6}$ TJ/L

= 0,421 TJ/tahun

Emisi N_2O = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg N_2O /TJ)

= 0,421 TJ/tahun x 3,9 kg/TJ

= 1,64 kg N_2O /tahun

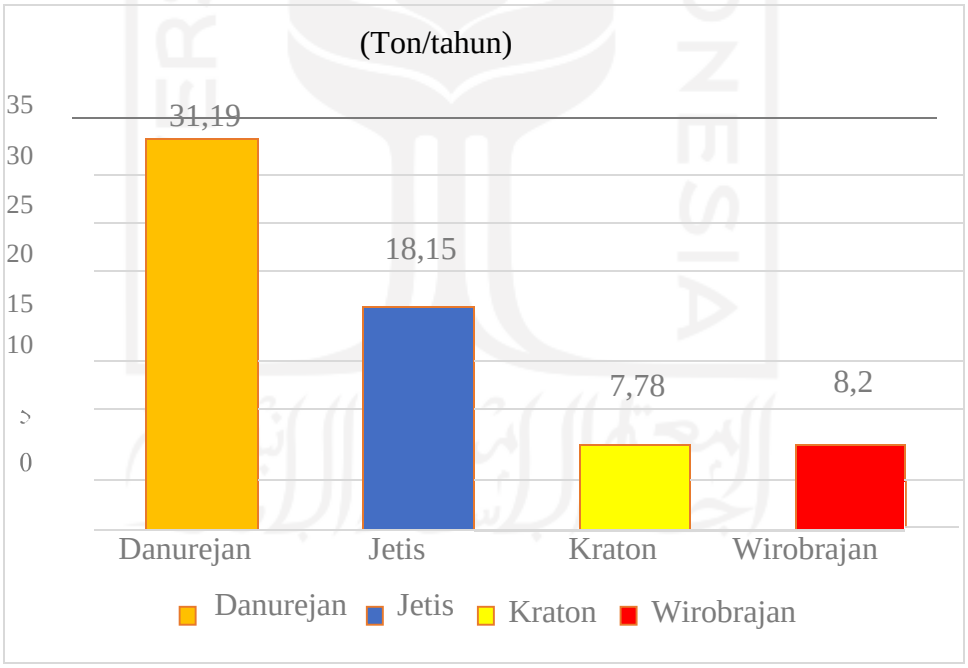
= 0,00164 ton N_2O /tahun

Perhitungan untuk Kecamatan Jetis, Kraton dan Wirobrajan dapat dilihat pada Lampiran 7

4.3.4 Analisis Nilai Emisi Gas Rumahkaca Pada Pengangkutan Sampah

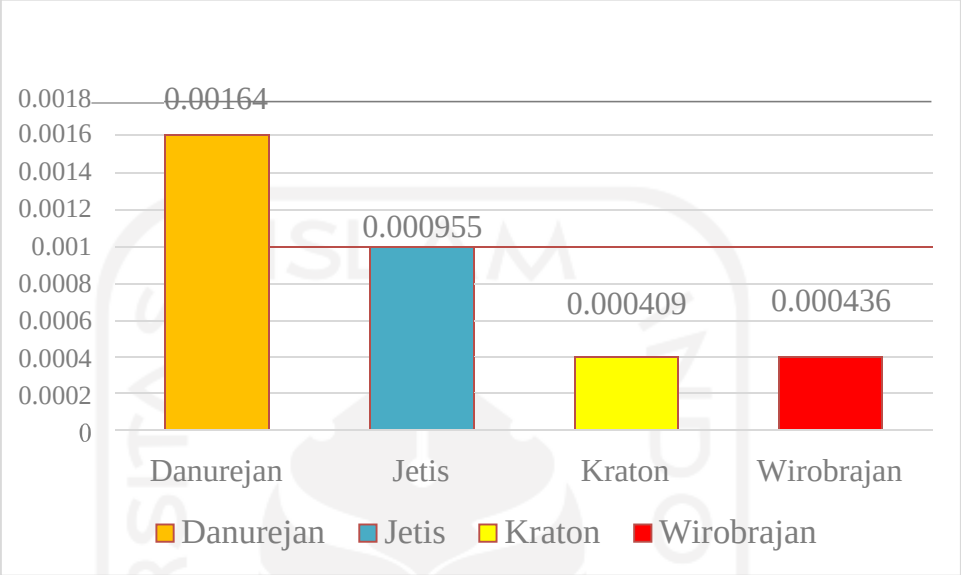
Perhitungan nilai emisi gas rumahkaca (CO_2, CH_4, N2O) pada setiap masing-masing Kecamatan di dapatkan nilai emisi CO_2 pada Kecamatan Danurejan dengan nilai emisi 31.196,1 kg CO_2/tahun, nilai emisi CH_4 pada Kecamatan Danurejan dengan nilai emisi 1,64 kg CH_4 /tahun sedangkan nilai emisi N_2O sama dengan nilai emisi CH_4 yaitu 1,64 kg N_2O /tahun. Jumlah nilai emisi CH_4 dan N_2O sama dikarenakan faktor emisi bahan bakar solar dengan nilai yang sama yaitu 3,9 kg/TJ. Berikut grafik untuk nilai emisi gas rumahkaca pada setiap Kecamatan dapat dilihat pada tabel di bawah:

Nilai emisi CO2 pada setiap kecamatan dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



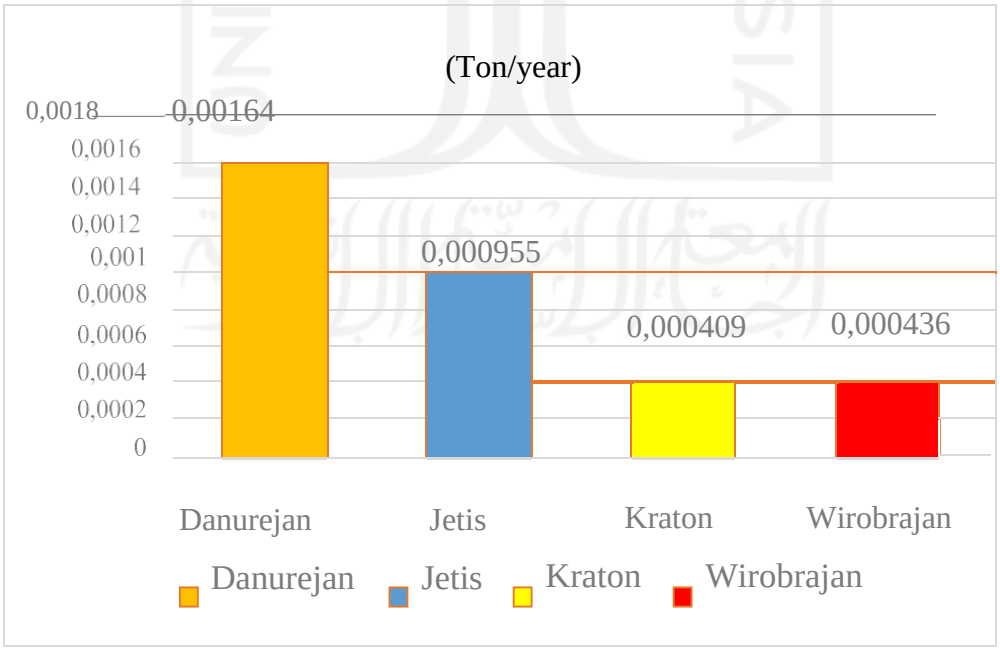
Gambar 4. 3 Grafik Emisi CO_2
Sumber: Hasil Analisis Grafik Emisi CO_2

Nilai emisi CO_2 pada setiap kecamatan dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 4 Grafik Emisi CH_4
Sumber: Hasil Analisis Grafik Emisi CH_4

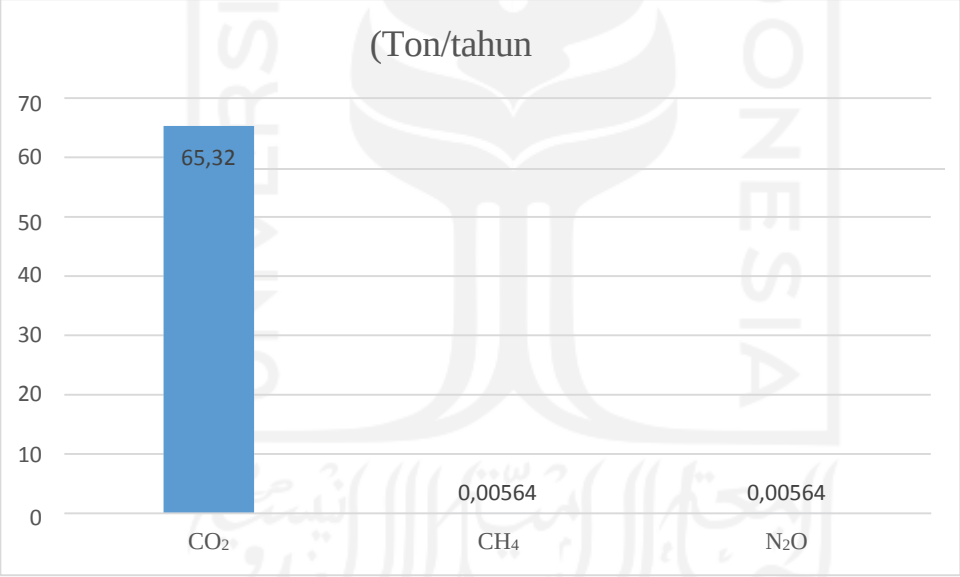
Nilai emisi N_2O pada setiap Kecamatan dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Grafik Emisi N_2O
Sumber: Hasil Analisis Grafik Emisi N_2O

Dari grafik dapat dilihat bahwa nilai emisi CO_2, CH_4, N_2O yang paling besar terdapat pada Kecamatan Danurejan, dengan nilai emisi paling tinggi yaitu CO_2,tingginya nilai emisi pada Kecamatan Danurejan ini di sebabkan banyaknya pengangkutan sampah yang ada pada Kecamatan Danurejan karena banyaknya TPS pada Kecamatan Danurejan, sedangkan nilai emisi yang paling rendah yaitu pada Kecamatan Kraton, rendahnya nilai emisi pada Kecamatan kraton di sebabkan lebih sedikitnya pengangkutan sampah serta jumlah TPS pada Kecamatan Kraton (Eisted *et al*., 2009).

Total Nilai emisi CO_2, CH_4, N_2O dari seluruh dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:



Gambar 4. 6 Total emisi seluruh kecamatan
Sumber : Hasil analisis total nilai emisi

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai total emisi CO_2 seluruh Kecamatan berjumlah 65,32 ton CO_2/tahun, nilai total emisi CH_4 seluruh Kecamatan berjumlah 0,00564 ton CH_4 /tahun, nilai emisi N_2O seluruh kecamatan berjumlah 0,00564 ton N_2O /tahun. Nilai total emisi CH_4 dan emisi N_2O dengan jumlahnya sama karena faktor emisi solar CH_4 dan N_2O senilai 3,9 kg/TJ. Nilai emisi CO_2 jika dilihat pada grafik diatas adalah

nilai emisi yang tertinggi dari nilai emisi CH_4, N_2O, dikarenakan emisi CO_2 lebih banyak dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna dari kendaraan pengangkut sampah. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat kita bandingkan dengan penelitian terlebih dahulu dengan judul Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (TSP, NO_x, SO_2, HC, CO) dan gas rumahkaca (CO_2,CH_4,N_2O) Sektor transportasi darat Kota Yogyakarta dengan metode *Tier 1* dan *Tier* 2 (Tiarani,2016). Pada penelitian tersebut menggunakan metode *tier 1* dan emisi yang di telah tetapkan oleh IPCC sebagai emisi yaitu CO_2, CH_4, N_2O. Penelitian ini juga menggunakan emisi CO_2, CH_4, N_2O sebagai parameter nilai emisinya dan menggunakan metode *tier* 1 untuk menghitung nilai emisi. Penelitian (Tiarani,2016)di dapatkan total emisi dari nilai emisi paling tinggi yaitu berasal dari emisi CO_2kendaraan sepeda motor sebesar 266,871 ton/tahun sedangkan pada penelitian ini emisi paling tinggi yaitu emisi CO_2 yang berasal dari pengangkutan sampah dengan nilai 65,32 ton CO_2/tahun.

4.5 Dampak Emisi Gas RumahKaca dari Pengangkutan Sampah

Pengangkutan sampah merupakan kegiatan pemindahan sampah atau membawa sampah dari TPS menuju TPA, pengangkutan sampah ini dapat menghasilkan emisi gas rumahkaca. Emisi gas rumahkaca meliputi gas Karbon dioksida (CO_2), Metana (CH_4), Dinitrogenoksida (N_2O). Dampak yang di timbulkan dari kendaraan pengangkutan sampah secara tidak langsung menyebabkan meningkatnya emisi gas rumahkaca, jika emisi gas rumahkaca meningkat maka akan berpengaruh terhadap perubahan iklim terutama pemanasan global yang merupakan salah satu dampak nyata yang di timbulkan dari emisi karbon kendaraan (Kusumawardani, 2017). Emisi gas rumahkaca akan timbul dari kendaraan pengangkutan sampah apabila kendaraan pengangkut tidak di rawat dengan baik dan umur dari kendaraan tersebut. Hal lain yang menyebabkan emisi gas rumahkacatimbul dari pengangkutan yaitu kemiringan jalan dan berat kapasitas kendaraan pengangkut (Arribas *et al*., 2010).

Menurut *Natural Resources Canada* gas Karbondioksida (CO_2) di timbulkan dari bahan bakar minyak. Minyak mengandung atom karbon dan hidrogen. Selama pembakaran, Karbon (C) dari bahan bakar bergabung dengan Oksigen (O_2) dari udara

untuk menghasilkan Karbondioksida (CO_2). Menurut EPA (Environmental Protection Agency) gas N_2O di hasilkan dari proses pembakaran dan katalitik kendaraan, sedangkan gas Metana (CH_4) berasal jika hidrokarbon dalam bahan bakar tidak sepenuhnya terbakar, emisi gas Metana umumnya paling tinggi pada saat kendaraan berkecepatan rendah dan pada saat kendaraan dalam keadaan diam. Dampak yang di timbulkan dari kendaraan pengangkutan sampah yang lainnya yaitu hujan asam, hujan asam ini berasal dari gas N_2O yang membentuk partikulat nitrat dan akan bereaksi dengan uap air untuk membentuk asam nitrat sehingga akan terjadi hujan asam. Dampak yang di timbulkan dari gas Metana.Berdasarkan *Public Health England* dapat mempengaruhi kesehatan pada manusia, seperti gangguan pernapasan, gangguan pengglihatan, muntah, sakit kepala, dan jika terpapar gas Metana terlalu lama maka dapat menyebabkan kematian.

4.6 Penanggulangan Emisi Gas RumahKaca Dari Pengangkutan Sampah

Transportasi darat adalah Salah satu penyebab munculnya emisi gas rumahkaca terbesar. Proses dari pembakaran bahan bakar minyak dari kendaraan akan menimbulkan emisi karbon yang akan menghasilkan emisi gas rumahkaca seperti CO_2, CH_4, N_2O. Salah satu upaya untuk mengurangi emisi gas rumahkaca dari kendaraan pengangkutan sampah dapat di minimalisir berdasarkan *European Automobile Manufactures Association* yaitu menggunakan ban dengan *rolling resistance* yang rendah, *rolling resistance* merupakan gaya gesek pada ban yang menyentuh permukaan jalan, semakin rendah *rolling resistance* pada ban maka akan lebih mudah untuk kendaraan melaju dan memberikan peningkatan efisiensi bahan bakar sebanyak 4%, kemudian membuat kendaraan menjadi aerodinamis akan efektif untuk mengurangikontribusi CO_2 sebanyak 3% hingga 4%. Memperbaiki fasilitas jalan raya yang rusak atau jalan yang berlubang, jalan yang rusak akan menghambat laju dari kendaraan. Bahan bakar pada kendaraan pengangkut dapat menimbulkan emisi gas rumahkaca maka dari itu perlu untuk mengganti bahan bakar yang ramah lingkungan, sepertimenggunakan *Compressed Natural Gas* (CNG) pada kendaraan pengangkut sampah. *Compressed Natural Gas* diketahui dapat mengeluarkan sedikit CO_2 dan NO_x daripada bahan bakar solar (Lee *et al*, 2011)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Kegiatan pengangkutan sampah pada kecamatan Danurejan, Kecamatan Jetis, Kecamatan Kraton dan Wirobrajan dari TPS menuju TPA dengan menggunakan alat pengangkut sampah *Dump Truck*, total ritasi masing- masing setiap kecamatan yaitu 3 kali ritasi per hari, dan asumsi kecepatan kendaraan pengangkut sampah 40 km/jam dengan waktu pada saat di TPS yaitu selama 15 menit dan di TPA 15 menit.
2. Total emisi yang di hasilkan dari pengangkutan sampah di kota Yogyakarta dan emisi gas rumahkaca yang di timbulkan seperti CO_2, CH_4, N_2O pada seluruh Kecamatan dengan emisi CO_2 berjumlah 65,32 ton CO_2/tahun, emisi CH_4 berjumlah 0,00564 ton CH_4/tahun, emisi N_2O berjumlah 0,00564 ton N_2O/tahun.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah di lakukan, maka terdapat beberapa saran yang dapat di berikan yaitu:

1. Perlunya melakukan pengawasan terhadap petugas yang mengangkut sampah untuk monitor terkait jam kerja yang sudah di jadwalkan dilapangan serta tuntasnya pengangkutan sampah.
2. Perlu dilakukan perawatan secara berkala untuk kendaraan pengangkut sampah agar tidak menimbulkan emisi dari pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna pada kendaraan pengangkut sampah

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta. 2020. *Kota Yogyakarta Dalam Angka Tahun 2020* Kota Yogyakarta. Badan Pusat Statistik. Yogyakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia Nomor SNI 3242-2008 tentang Pengelolaan Sampah di Permukiman*.

Djafar, J., Ainun, S. and Dirgawati, M., 2014. Identifikasi Timbulan Sampah di Pasar Induk Caringin Bandung. *Jurnal Reka Lingkungan*, *2*(1), pp.1-9.

Eisted R, Larsen A.W and Christensen T.H .2009. *Collection, transfer and transport of waste: Accounting of greenhouse gases and global warming contribution*. Waste Management & Research 27: 738–745.

Environmental Protection Agency.2017. *User's Guide For Estimating Methane and Nitrous Oxide Emissions From Mobile Combustion Using The State Inventory Tool*. State Climate and Energy Program, U.S Environmental Protection Agency

European Automobile Manufactures Association.2017. *Reducing CO_2 Emissions From Heavy-duty Vehicles.* United Kingdom.

Garcilasso V.P, Velázquez S.M.S.G, Coelho S.T, and Silva L.S. 2011. *Electric energy generation from landfill biogas - Case study and barriers*. ICECE *2011 – Proc*: 5250–5253.

Huang, S. H., & Lin, P. C. (2015). *Vehicle routing-scheduling for municipal waste collection system under the "Keep Trash off the Ground" policy*. United Kingdom. Omega: *55*, 24-37.

IPCC. 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.* Hayama, Japan: IGES.

Ismail, A.H., Usman, Y.V., Hidayah, N.Y., Chairani, L. (2012). *Metropolitan Cities & Waste Transportation Model*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 65: 1046-1053.

Jan, B., Franziska, M., Christoph, B., Niklas, H. 2018. *Climate Change Performance Index: Results 2018*. Bonn. Germanwatch

Kementerian Lingkungan Hidup.2008. U*ndang-Undang RI Nomor 18 Tahun 2008, tentang Pengelolaan Sampah*. Jakarta.

Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2012.*Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca.* Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca, Pengelolaan Limbah Nasional. 4:19-61.

Kementerian Pekerjaan Umum. (2013). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Lampiran II tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.*

Kusumawardani, D. and Navastara, A.M., 2018. Analisis Besaran Emisi Gas CO2 Kendaraan Bermotor Pada Kawasan Industri SIER Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, *6*(2), pp.C399-C402.

Minghua, Z., Xiumin, F., Rovetta, A., Qichang, H., Vicentini, F., Bingkai, L., Yi, L. (2009). *Municipal solid waste management in Pudong New Area, China*. Waste Management, 29(3), 1227–1233.

Nabegu, A. B. (2010). *An Analysis of Municipal Solid Waste in Kano Metropolis,* Nigeria. Journal of Human Ecology, *31(2).*

Peraturan Presiden Republik Indonesia. 2011. *Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 Tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK)*. Jakarta.

Peraturan Presiden Republik Indonesia. 2011. *Peraturan Presiden No.71 Tahun 2011 Tentang Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*. Jakarta.

Public Health England. 2019. *Protecting and Improving The Nation Health's.* United Kingdom

Shine, K. P., & Sturges, W. T. (2007). *Atmospheric science: CO2 Is Not the Only Gas*. Science, 315(5820), 1804–1805.

SNI 3242:2008. (2008). *Pengelolaan Sampah di Permukiman. Departemen Pekerjaan Umum*. Bandung : Yayasan LPMB.

SNI 19-2454- 2002. *Tata Cara Teknik Operasional Sampah Perkotaan*.

Sudiran. 2005. *Instrumen Sosial Masyarakat Karangmumus Kota Samarinda Dalam Penanganan Sampah Domestik*. Makara Sosial Humaniora. 9(1): 16-26

Sumantri, A. 2015. *Kesehatan Lingkungan*. Kencana Prenada Media Group. Jakarta

Ratya, H. and Herumurti, W., 2017. Timbulan dan Komposisi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Rungkut Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, *6*(2), pp.C104-C106.

Rraza H, Willumsen H. 2009. *Guidance note on LFG capture and utilization.Inter-American Development Bank, USA, capture and utilization.* Inter-American Development Bank: USA.

Tim Badan Litbang Kehutanan dan Ditjen Planologi.2009. *Inventarisasi gas rumah*

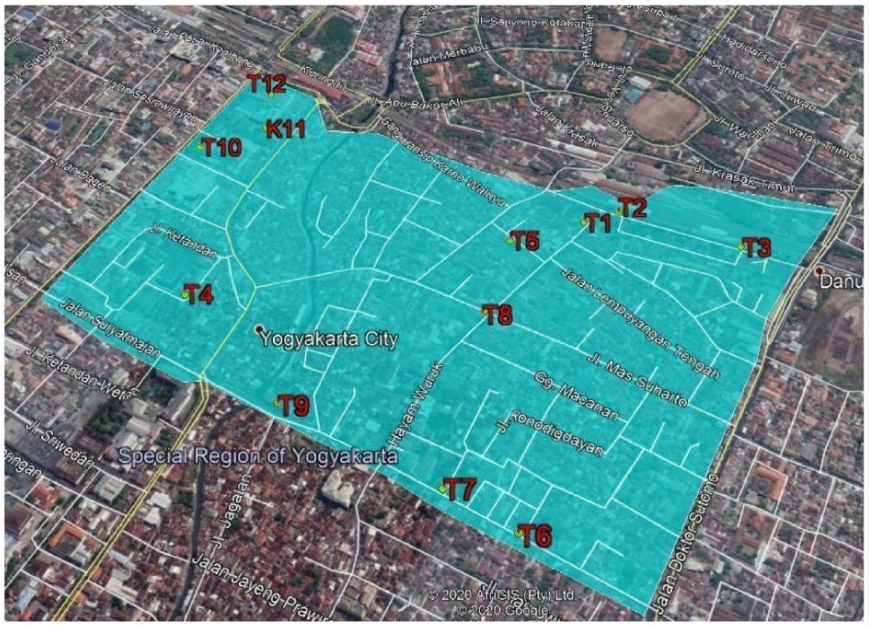
kaca sektor LULUCF menggunakan IPCC GL 2006: Aplikasi Dan Tantangannya Di Indonesia. Laporan Akhir Proyek Kementerian Negara Ristek.

Wijayanti, D. R., Suryani, S. (2015). *Waste Bank as Community-Based Environmental Governance: A Lesson Learned from Surabaya*. Procedia - Social and Behav-ioral Sciences, 184, 171-179.

Y. T. Huang, T. C. Pan, dan J. J. Kao.2011.*Performance assessment for municipal solid waste collection in Taiwan*. Journal of Environmental Management, Vol. 92, No. 4 (2011) 1277–1283.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi TPS dan Kontainer Kecamatan Danurejan



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAMINDONESIA
2021

TUGAS AKHIR

NAMA

RIDHO RAMANDIKA PRISTANTO

NIM

16513099

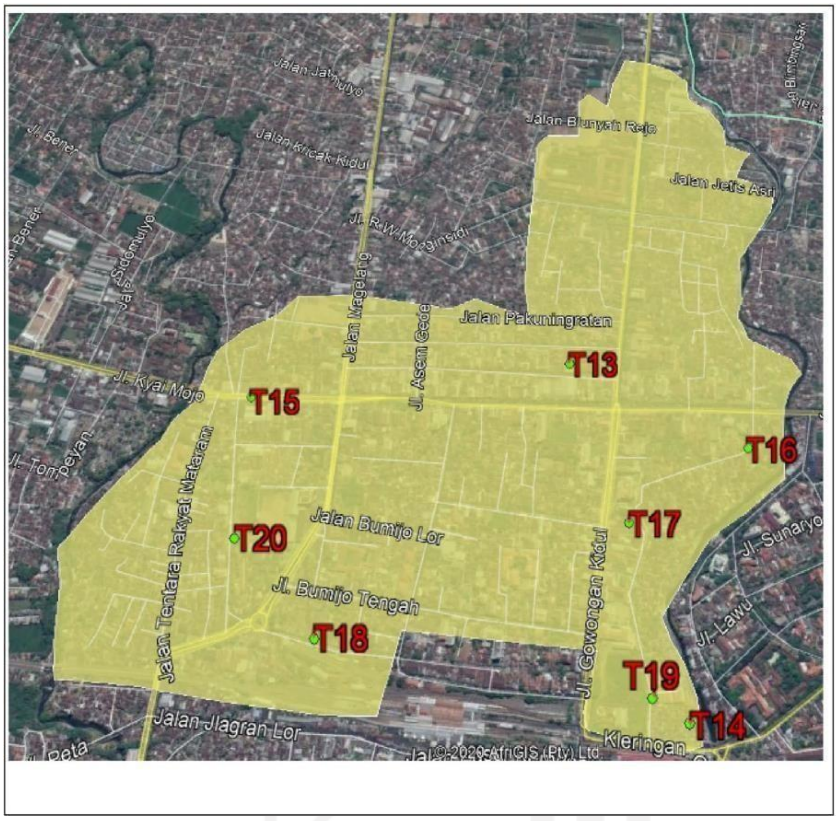
JUDUL GAMBAR

Lokasi TPS dan Kontainer Kecamatan Danurejan

KETERANGAN

T1 = TPS Hayam Wuruk
T2 = TPS Stasiun Kecil
T3 = TPS Stasiun
T4 = TPS Kepatihan
T5= TPS Lempuyangan
T6= TPS Bu Endang
T7= TPS Pos Kamling
T8= TPS Mas Suharto
T9= TPS Rusunawa
T10= TPS DPRD
K11= Kontainer UPT Malioboro
T12=TPS INNA Garuda

Lampiran 2. Peta Lokasi TPS Kecamatan Jetis



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAMINDONESIA
2021

TUGAS AKHIR

NAMA

RIDHO RAMANDIKA PRISTANTO

NIM

16513099

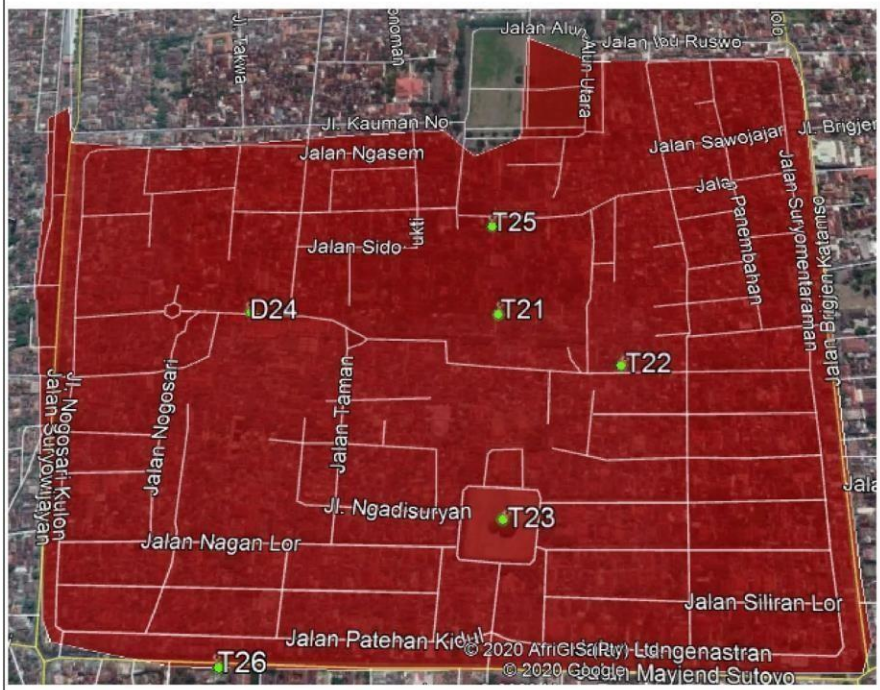
JUDUL GAMBAR

Lokasi TPS Kecamatan Jetis

KETERANGAN

T13 = TPS Pasar Kranggan
T14= TPS Gowongan
T15= TPS Pasar Pingit
T16= TPS Gondolayu
T17= TPS Kedaulatan Rakyat
T18= TPS Wongsodirjan
T19= TPS Kleringan
T20= TPS Jati

Lampiran 3. Peta Lokasi TPS dan Depo pada Kecamatan Kraton



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAMINDONESIA 2021
TUGAS AKHIR
NAMA
RIDHO RAMANDIKA PRISTANTO
NIM
16513099
JUDUL GAMBAR
Lokasi TPS dan Depo Kecamatan Kraton
KETERANGAN
T21 = TPS Pasar Magangan T22 = TPS Pasar Kluwih T23= TPS Alun-Alun Kidul D24= Depo Pasar Ngasem T25= TPS PDHI T26= TPS Piri

Lampiran 4. Peta Lokasi TPS Kecamatan Wirobrajan



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAMINDONESIA
2021

TUGAS AKHIR

NAMA

RIDHO RAMANDIKA PRISTANTO

NIM

16513099

JUDUL GAMBAR

Lokasi TPS Kecamatan Wirobrajan

KETERANGAN

T27 = TPS Hayam Wuruk
T28= TPS Stasiun Kecil
T29= TPS Stasiun
T30= TPS Kepatihan

Lampiran 5. Perhitungan Nilai Emisi CO_2

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah kecamatan Danurejan berjumlah 11.695,2 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CO_2 berdasarkan dari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi solar sebesar 74100 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 11.695,2 L/tahun x $36x10^{-6}$ TJ/L

= 0,421 TJ/tahun

Emisi CO_2 = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg CO_2/TJ)

= 0,421 TJ/tahun x 74100 kg/TJ

= 31.196,1 kg CO_2/tahun

= 31,19 ton CO_2/tahun

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah kecamatan Jetis berjumlah 6826,5 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CO_2 berdasarkan dari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi solar sebesar 74100 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 6826,5/tahun x $36x10^{-6}$ TJ/L

= 0,245 TJ/tahun

Emisi CO_2 = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg CO_2/TJ)

= 0,245 TJ/tahun x 74100 kg/TJ

= 18.154,5 kg CO_2/tahun

= 18,15 ton CO_2/tahun

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah kecamatan Kraton berjumlah 2922,6 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CO_2 berdasarkan dari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi solar sebesar

74100 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 2922,6 L/tahun x $36x10^{-6}$ TJ/L

= 0,105 TJ/tahun

Emisi CO_2 = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg CO_2 /TJ)

= 0,105 TJ/tahun x 74100kg/TJ

= 7.780,5 kg CO_2 /tahun

= 7,78 ton CO_2/tahun

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah kecamatan Wirobrajan berjumlah 3120,8 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CO_2 berdasarkan dari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi solar sebesar 74100 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 3120,8 L/tahun x $36x10^{-6}$ TJ/L

= 0,112 TJ/tahun

Emisi CO_2 = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg CO_2 /TJ)

= 0,112 TJ/tahun x 74100kg/TJ

= 8.299,2 kg CO_2 /tahun

= 8,2 ton CO_2/tahun

Nilai emisi CO_2 dari setiap kecamatan sebagai berikut:

Total emisi CO_2 = kecamatan Danurejan + kecamatan Jetis +kecamatan Kraton + kecamatan Wirobrajan

= 31,19 ton CO_2/tahun + 18,15 ton CO_2/tahun + 7,78 ton CO_2/tahun + 8,2 ton CO_2/tahun

= 65,32 ton CO_2/tahun

Lampiran 6. Perhitungan Nilai Emisi CH_4

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah kecamatan Danurejanberjumlah 11.695,2 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CH_4 berdasarkandari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi solar sebesar 3,9 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 11.695,2 L/tahun x $36x10^{-6}$ TJ/L

= 0,421 TJ/tahun

Emisi CH_4 = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg CH_4 /TJ)

= 0,421 TJ/tahun x 3,9 kg/TJ

= 1,64 kg CH_4 /tahun

= 0,00164 ton CH_4/tahun

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah kecamatan Jetis berjumlah 6826,5 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CH_4 berdasarkan dari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi solar sebesar 3,9 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 6826,5L/tahun x $36x10^{-6}$ TJ/L

= 0,245 TJ/tahun

Emisi CH_4 = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg CH_4 /TJ)

= 0,245 TJ/tahun x 3,9 kg/TJ

= 0,955 kg CH_4 /tahun

= 0,000955 ton CH_4/tahun

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah kecamatan Kraton berjumlah 2922,6 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CH_4 berdasarkan dari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi solar sebesar

3,9 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 2922,6 L/tahun x $36x10^{-6}$ TJ/L

= 0,105 TJ/tahun

Emisi CH_4 = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg CH_4 /TJ)

= 0,105 TJ/tahun x 3,9 kg/TJ

= 0,409 kg CH_4 /tahun

= 0,000409 ton CH_4/tahun

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah kecamatan Wirobrajan berjumlah 3120,8 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CH_4 berdasarkan dari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi solar sebesar 3,9 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 3120,8 L/tahun x $36x10^{-6}$ TJ/L

= 0,112 TJ/tahun

Emisi CH_4 = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg CH_4 /TJ)

= 0,112 TJ/tahun x 3,9 kg/TJ

= 0,436 kg CH_4 /tahun

= 0,000436 ton CH_4/tahun

Total emisi CH_4 = kecamatan Danurejan + kecamatan Jetis +kecamatan Kraton + kecamatan Wirobrajan

= 0,00164 ton CH_4/tahun + 0,000955 ton CH_4/tahun + 0,000409 ton CH_4/tahun + 0,000436 ton CH_4/tahun

= 0,00564 ton CH_4/tahun

Lampiran 7. Perhitungan Nilai Emisi N_2O

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah kecamatan Danurejan berjumlah 11.695,2 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi N_2O berdasarkan dari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi solar sebesar 3,9 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 11.695,2 L/tahun x $36x10^{-6}$ TJ/L

= 0,421 TJ/tahun

Emisi N_2O = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg N_2O /TJ)

= 0,421 TJ/tahun x 3,9 kg/TJ

= 1,64 kg N_2O /tahun

= 0,00164 ton N_2O /tahun

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah kecamatan Jetis berjumlah 6826,5 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CH_4 berdasarkan dari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi solar sebesar 3,9 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 6826,5L/tahun x $36x10^{-6}$ TJ/L

= 0,245 TJ/tahun

Emisi N_2O = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg N_2O/TJ)

= 0,245 TJ/tahun x 3,9 kg/TJ

= 0,955 kg N_2O /tahun

= 0,000955 ton N_2O/tahun

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah kecamatan Kraton berjumlah 2922,6 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CH_4 berdasarkan dari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi solar sebesar

3,9 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 2922,6 L/tahun x $36x10^{-6}$ TJ/L

= 0,105 TJ/tahun

Emisi N_2O = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg N_2O /TJ)

= 0,105 TJ/tahun x 3,9 kg/TJ

= 0,409 kg N_2O /tahun

= 0,000409 ton N_2O /tahun

Total konsumsi BBM dari pengangkutan sampah kecamatan Wirobrajan berjumlah 3120,8 L/tahun. Perhitungan untuk mencari nilai emisi CH_4 berdasarkan dari bahan bakar solar dengan menggunakan rumus IPCC dengan nilai faktor emisi solar sebesar 3,9 kg/TJ, sebagai berikut:

Konsumsi Energi = Konsumsi BBM Solar (L/tahun) x Nilai Kalor Solar (TJ/L)

= 3120,8 L/tahun x $36x10^{-6}$ TJ/L

= 0,112 TJ/tahun

Emisi N_2O = Konsumsi Energi (TJ/tahun) x Faktor Emisi Solar (kg N_2O /TJ)

= 0,112 TJ/tahun x 3,9 kg/TJ

= 0,436 kg N_2O /tahun

= 0,000436 ton N_2O/tahun

Total emisi N_2O = kecamatan Danurejan + kecamatan Jetis +kecamatan Kraton + kecamatan Wirobrajan

= 0,00164 ton N_2O /tahun + 0,000955 ton N_2O /tahun + 0,000409 ton N_2O tahun + 0,000436 ton N_2O/tahun

= 0,00564 ton N_2O /tahun

Lampiran 8. Ritasi Pengangkutan Sampah Seluruh Kecamatan

No	Kecamatan	Rute		Jarak	Total Jarak	Asumsi Kecepatan Pengangkut	Waktu Perjalanan	Waktu di TPS dan TPA	Waktu Total	Jenis Truk	Total Trip Kendaraan
		Dari	Ke	km	km	(km/jam)	(jam)	(jam)	(jam)		hari
1	Danurejan	DLH Kota Yogyakarta	TPS Bu Endang	1	51.36	40	0.22	0.25	2.12		3
		TPS Bu Endang	TPS Pos Kamling	0.16			0.03				
		TPS Pos Kamling	TPA	12.6			0.48			*Dump Truck*	
		TPA	TPS Rusunawa	13			0.48				
		TPS Rusunawa	TPA	13			0.48				
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6			0.42				
2	Danurejan	DLH Kota Yogyakarta	TPS Hayam Wuruk	2	55.79	40	0.10	0.25	2.23	*Dump Truck*	3
		TPS Hayam Wuruk	TPS Stasiun Kecil	0.091			0.02				

No	Kecamatan	Rute		Jarak	Total Jarak	Asumsi Kecepatan Pengangkut	Waktu Perjalanan	Waktu di TPS dan TPA	Waktu Total	Jenis Truk	Total Trip Kendaraan
		Dari	Ke	km	km	(km/jam)	(jam)	(jam)	(jam)		hari
		TPS Stasiun Kecil	TPA	13.5			0.52				
		TPA	TPS Stasiun	13.2			0.53				
		TPS Stasiun	TPA	13.2			0.53				
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6			0.42				
3	Danurejan	DLH Kota Yogyakarta	TPS Kepatihan	2.2	57.25	40	0.12	0.25	2.38		3
		TPS Kepatihan	TPS Mas Suharto	0.75			0.17				
		TPS Mas Suharto	TPA	13.1			0.50				
		TPA	TPS Lempuyangan	13.6			0.53			*Dump Truck*	
		TPS Lempuyangan	TPA	13.6			0.53				
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6			0.42				
4	Danurejan	DLH Kota Yogyakarta	TPS DPRD	2.4	59.89	40	0.12	0.25	2.25		3

No	Kecamatan	Rute		Jarak	Total Jarak	Asumsi Kecepatan Pengangkut	Waktu Perjalanan	Waktu di TPS dan TPA	Waktu Total	Jenis Truk	Total Trip Kendaraan
		Dari	Ke	km	km	(km/jam)	(jam)	(jam)	(jam)		hari
		TPS DPRD	Landasan Kontainer UPT Malioboro	0.29			0.05				
		Landasan Kontainer UPT Malioboro	TPA	15			0.57			*Dump Truck*	
		TPA	TPS Inna Garuda	15.3			0.55				
		TPS Inna Garuda	TPA	15.3			0.55				
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6			0.42				
5	Jetis	DLH Kota Yogyakarta	TPS Gowongan	2.7	65	40	0.13	0.25	2.63		3
		TPS Gowongan	TPS Kleringan	0.17			0.03				
		TPS Kleringan	TPA	14.9			0.57			*Dump Truck*	
		TPA	TPS Kedaulatan Rakyat	15.4			0.60				

No	Kecamatan	Rute		Jarak	Total Jarak	Asumsi Kecepatan Pengangkut	Waktu Perjalanan	Waktu di TPS dan TPA	Waktu Total	Jenis Truk	Total Trip Kendaraan
		Dari	Ke	km	km	(km/jam)	(jam)	(jam)	(jam)		hari
		TPS Kedaulatan Rakyat	TPS Gondolayu	0.35			0.07				
		TPS Gondolayu	TPA	15.3			0.60				
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6			0.42				
6	Jetis	DLH Kota Yogyakarta	TPS Wongsodirjan	4.3	66	40	0.22	0.25	2.68		3
		TPS Wongsodirjan	TPS Jati	0.4			0.08				
		TPS Jati	TPA	16.1			0.60				
		TPA	TPS Pasar Pingit	16.2			0.62			*Dump Truck*	
		TPS Pasar Pingit	TPS Pasar Kranggan	1.2			0.10				
		TPS Pasar Kranggan	TPA	16.4			0.65				
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6			0.42				
7	Kraton	DLH Kota									Yogyakarta

TPS	PDHI	2.5	56	40	0.13	0.25	2.03	3

No	Kecamatan	Rute		Jarak	Total Jarak	Asumsi Kecepatan Pengangkut	Waktu Perjalanan	Waktu di TPS dan TPA	Waktu Total	Jenis Truk	Total Trip Kendaraan
		Dari	Ke	km	km	(km/jam)	(jam)	(jam)	(jam)		hari
		TPS PDHI	TPS Magangan	0.85			0.18				
		TPS Magangan	Depo Pasar Ngasem	0.5			0.10				
		Depo Pasar Ngasem	TPA	13.2			0.50				
		TPA	TPS Pasar Kluwih	12.5			0.50			*Dump Truck*	
		TPS Pasar Kluwih	TPS Alun-alun Kidul	0.5			0.1				
		TPS Alun-alun Kidul	TPS Piri	1.9			0.05				
		TPS Piri	TPA	12.5			0.47				
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6			0.42				
8	Wirobrajan	DLH Kota Yogyakarta	TPS Pasar Serangan	2.9	59.85	40	0.15	0.25	1.62		3
		TPS Pasar Serangan	TPS Pasar Klitikan	0.85			0.18				
		TPS Pasar Klitikan	TPA	15.2			0.60			*Dump Truck*	
		TPA	TPS Pasar Legi	14.1			0.53				

No	Kecamatan	Rute		Jarak	Total Jarak	Asumsi Kecepatan Pengangkut	Waktu Perjalanan	Waktu di TPS dan TPA	Waktu Total	Jenis Truk	Total Trip Kendaraan
		Dari	Ke	km	km	(km/jam)	(jam)	(jam)	(jam)		hari
		TPS Pasar Legi	Bin Patangpuluhan	0.7			0.15				
		Bin Patangpuluhan	TPA	14.5			0.55				
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6			0.42				

Lampiran 9 Ritasi dan Konsumsi BBM Pengangkutan Sampah

No	Kecamatan	Rute		Jarak	Total Jarak	Asumsi Kecepatan Pengangkut	Waktu Perjalanan	Waktu di TPS dan TPA	Waktu Total	Konsumsi BBM Diesel	
		Dari	Ke	km	km	(km/jam)	(jam)	(jam)	(jam)	L/hari	L/tahun
1	Danurejan	DLH Kota Yogyakarta	TPS Bu Endang	1	51.36	40	0.22	0.25	2.12	7.34	2679.1
		TPS Bu Endang	TPS Pos Kamling	0.16			0.03				
		TPS Pos Kamling	TPA	12.6			0.48				
		TPA	TPS Rusunawa	13			0.48				
		TPS Rusunawa	TPA	13			0.48				
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6			0.42				
2	Danurejan	DLH Kota Yogyakarta	TPS Hayam Wuruk	2	55.79	40	0.1	0.25	2.23	7.97	2909.05
		TPS Hayam Wuruk	TPS Stasiun Kecil	0.091			0.02				

No	Kecamatan	Rute		Jarak	Total Jarak	Asumsi Kecepatan Pengangkut	Waktu Perjalanan	Waktu di TPS dan TPA	Waktu Total	Konsumsi BBM Diesel	
		Dari	Ke	km	Km	(km/jam)	(jam)	(jam)	(jam)	L/hari	L/tahun
		TPS Stasiun Kecil	TPA	13.5			0.52	0.25	2.38	8.18	2985.7
		TPA	TPS Stasiun	13.2			0.53				
		TPS Stasiun	TPA	13.2			0.53				
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6			0.42				
3	Danurejan	DLH Kota Yogyakarta	TPS Kepatihan	2.2			0.12				
		TPS Kepatihan	TPS Mas Suharto	0.75	57.25	40	0.17				
		TPS Mas Suharto	TPA	13.1			0.5				
		TPA	TPS Lempuyangan	13.6			0.53				
		TPS Lempuyangan	TPA	13.6			0.53				

TPA	DLH Kota	Yogyakarta

11.6	0.42

No	Kecamatan	Rute		Jarak	Total Jarak	Asumsi Kecepatan Pengangkut	Waktu Perjalanan	Waktu di TPS dan TPA	Waktu Total	Konsumsi BBM Diesel	
		Dari	Ke	km	km	(km/jam)	(jam)	(jam)	(jam)	L/hari	L/tahun
4	Danurejan	DLH Kota Yogyakarta	TPS DPRD	2.4			0.12				
		TPS DPRD	Landasan Kontainer UPT Malioboro	0.29			0.05				
		Landasan Kontainer UPT Malioboro	TPA	15	59.89	40	0.57	0.25	2.25	8.56	3124.4
		TPA	TPS Inna Garuda	15.3			0.55				

		TPS Inna Garuda	TPA	15.3			0.55				
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6			0.42				
5	Jetis	DLH Kota Yogyakarta	TPS Gowongan	2.7			0.13				
		TPS Gowongan	TPS Kleringan	0.17	65	40	0.03	0.25	2.63	9.56	3489.4
		TPS Kleringan	TPA	14.9			0.57				
		TPA	TPS Kedaulatan Rakyat	15.4			0.6				
No	**Kecamatan**	**Rute**		**Jarak**	**Total Jarak**	**Asumsi Kecepatan Pengangkut**	**Waktu Perjalanan**	**Waktu di TPS dan TPA**	**Waktu Total**	**Konsumsi BBM Diesel**	
		Dari	**Ke**	**km**	**km**	**(km/jam)**	**(jam)**	**(jam)**	**(jam)**	**L/hari**	**L/tahun**
6	Jetis	DLH Kota Yogyakarta	TPS Wongsodirjan	4.3			0.22				
		TPS Wongsodirjan	TPS Jati	0.4			0.08				
		TPS Jati	TPA	16.1			0.6				
		TPA	TPS Pasar Pingit	16.2	66	40	0.62	0.25	2.68	9.46	3451.9
		TPS Pasar Pingit	TPS Pasar Kranggan	1.2			0.1				
		TPS Pasar Kranggan	TPA	16.4			0.65				
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6			0.42				

7	Kraton	DLH Kota Yogyakarta	TPS PDHI	2.5	56	40	0.13	0.25	2.03	8.01	2922.6
		TPS PDHI	TPS Magangan	0.85			0.18				
		TPS Magangan	Depo Pasar Ngasem	0.5			0.1				
		Depo Pasar Ngasem	TPA	13.2			0.5				
		TPA	TPS Pasar Kluwih	12.5			0.5				
		TPS Pasar Kluwih	TPS Alun-alun Kidul	0.5			0.1				
		TPS Alun- alun Kidul	TPS Piri	1.9			0.05				
		TPS Piri	TPA	12.5							
		TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6							
8	**Wirobrajan**	**DLH Kota Yogyakarta**	**TPS Pasar Serangan**	**2.9**	**59.85**	**40**	**0.15**	**0.25**	**1.62**	**8.55**	**3120.8**
		TPS Pasar Serangan	TPS Pasar Klitikan	0.85			0.18				

No	**Kecamatan**	**Rute**		**Jarak**	**Total Jarak**	**Asumsi Kecepatan Pengangkut**	**Waktu Perjalanan**	**Waktu di TPS dan TPA**	**Waktu Total**	**Konsumsi BBM Diesel**	
		Dari	**Ke**	**Km**	**km**	**(km/jam)**	**(jam)**	**(jam)**	**(jam)**	**L/hari**	**L/tahun**

TPS Pasar Klitikan	TPA	15.2		0.6
TPA	TPS Pasar Legi	14.1		0.53
TPS Pasar Legi	Bin Patangpuluhan	0.7		0.15
Bin Patangpuluhan	TPA	14.5		0.55
TPA	DLH Kota Yogyakarta	11.6		0.42

Lampiran 10. Timbulan Sampah Kecamatan Danurejan

Kantor									
No	Tahun	Jumlah (unit)	Jumlah Pegawai Per Unit	Jumlah Pegawai	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	4	35	140	70%	0.1	9.8	0.0005	0.049
2	2022	4	35	140	71%	0.1	9.94	0.0005	0.0497
3	2023	4	35	140	72%	0.1	10.08	0.0005	0.0504
4	2024	4	35	140	73%	0.1	10.22	0.0005	0.0511
5	2025	4	35	140	74%	0.1	10.36	0.0005	0.0518
TK									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	1	315	315	70%	0.4	88.2	0.0025	0.55
2	2022	1	315	315	71.00%	0.4	89.46	0.0005	0.11
3	2023	1	315	315	72.00%	0.4	90.72	0.00015	0.03
4	2024	1	315	315	73.00%	0.4	91.98	0.00015	0.03
5	2025	1	315	315	74.00%	0.4	93.24	0.00015	0.03

SD									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	3	1646	4938	70%	0.02	69.132	0.00015	0.52
2	2022	3	1646	4938	71.00%	0.02	70.1196	0.00015	0.53
3	2023	3	1646	4938	72.00%	0.02	71.1072	0.00015	0.53
4	2024	3	1646	4938	73.00%	0.02	72.0948	0.00015	0.54
5	2025	3	1646	4938	74.00%	0.02	73.0824	0.00015	0.55
SMP									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	6	1624	9744	70%	0.02	136.416	0.00015	1.02
2	2022	6	1624	9744	71.00%	0.02	138.3648	0.00015	1.04
3	2023	6	1624	9744	72.00%	0.02	140.3136	0.00015	1.05
4	2024	6	1624	9744	73.00%	0.02	142.2624	0.00015	1.07
5	2025	6	1624	9744	74.00%	0.02	144.2112	0.00015	1.08
Pasar									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Luas (m2)	Luas Total (m2)	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/m2.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/m2.hari)
1	2021	3	2675	8025	70%	0.02	112.35	0.00015	0.84
2	2022	3	2675	8025	71.00%	0.02	113.955	0.00015	0.85
3	2023	3	2675	8025	72.00%	0.02	115.56	0.00015	0.87
4	2024	3	2675	8025	73.00%	0.02	117.165	0.00015	0.88

5	2025	3	2675	8025	74.00%	0.02	118.77	0.00015	0.89

Rumah Permanen										
No	Tahun	Penduduk (Jiwa)	Jumlah Penduduk Per Unit	Jumlah (%)	Jumlah (unit)	Tingkat Pelayanan	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/hari)
1	2021	20999	3	100%	7000	70%	0.4	9799	0.0025	61.25
2	2022	21510	3	100%	7170	71%	0.4	10181	0.0025	63.63
3	2023	22022	3	100%	7341	72%	0.4	10570	0.0025	66.06
4	2024	22533	3	100%	7511	73%	0.4	10966	0.0025	68.54
5	2025	23044	3	100%	7681	74%	0.4	11369	0.0025	71.05

Lampiran 11. Timbulan Sampah Kecamatan Jetis

Kantor									
No	Tahun	Jumlah (unit)	Jumlah Pegawai Per Unit	Jumlah Pegawai	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	4	30	120	70%	0.1	8.4	0.0005	0.042
2	2022	4	30	120	71.00%	0.1	8.52	0.0005	0.0426
3	2023	4	30	120	72.00%	0.1	8.64	0.0005	0.0432
4	2024	4	30	120	73.00%	0.1	8.76	0.0005	0.0438
5	2025	4	30	120	74.00%	0.1	8.88	0.0005	0.0444

TK									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	17	713	12121	70%	0.02	169.694	0.00015	1.272705
2	2022	17	713	12121	71%	0.02	172.1182	0.00015	1.2908865
3	2023	17	713	12121	72%	0.02	174.5424	0.00015	1.309068
4	2024	17	713	12121	73%	0.02	176.9666	0.00015	1.3272495
5	2025	17	713	12121	74%	0.02	179.3908	0.00015	1.345431
SD									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	16	3453	55248	70%	0.02	773.472	0.00015	5.80104
2	2022	16	3453	55248	71%	0.02	784.5216	0.00015	5.883912
3	2023	16	3453	55248	72%	0.02	795.5712	0.00015	5.966784
4	2024	16	3453	55248	73%	0.02	806.6208	0.00015	6.049656
5	2025	16	3453	55248	74%	0.02	817.6704	0.00015	6.132528

SMP									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	7	1912	13384	70%	0.02	187.376	0.00015	1.40532
2	2022	7	1912	13384	71%	0.02	190.0528	0.00015	1.425396
3	2023	7	1912	13384	72%	0.02	192.7296	0.00015	1.445472
4	2024	7	1912	13384	73%	0.02	195.4064	0.00015	1.465548
5	2025	7	1912	13384	74%	0.02	198.0832	0.00015	1.485624
SMA									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	4	1038	4152	70%	0.02	58.128	0.00015	0.43596
2	2022	4	1038	4152	71%	0.02	58.9584	0.00015	0.442188
3	2023	4	1038	4152	72%	0.02	59.7888	0.00015	0.448416
4	2024	4	1038	4152	73%	0.02	60.6192	0.00015	0.454644
5	2025	4	1038	4152	74%	0.02	61.4496	0.00015	0.460872
SMK									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	4	1038	5324	70%	0.02	74.536	0.00015	0.55902
2	2022	4	1038	5324	71%	0.02	75.6008	0.00015	0.567006
3	2023	4	1038	5324	72%	0.02	76.6656	0.00015	0.574992
4	2024	4	1038	5324	73%	0.02	77.7304	0.00015	0.582978

5	2025	4	1038	5324	74%	0.02	78.7952	0.00015	0.590964	

Pasar										
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Luas (m2)	Luas Total (m2)	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/m2.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/m2.hari)	
1	2021	2	9263	18526	70%	0.3	3890.46	0.0002	2.59364	
2	2022	2	9263	18526	71%	0.3	3946.038	0.0002	2.630692	
3	2023	2	9263	18526	72%	0.3	4001.616	0.0002	2.667744	
4	2024	2	9263	18526	73%	0.3	4057.194	0.0002	2.704796	
5	2025	2	9263	18526	74%	0.3	4112.772	0.0002	2.741848	
Rumah Permanen										
No	Tahun	Penduduk (Jiwa)	Jumlah Penduduk Per Unit	Jumlah (%)	Jumlah (unit)	Tingkat Pelayanan	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	26339	3	100%	8780	70%	0.4	12292	0.0025	76.8234
2	2022	26902	3	100%	8967	71%	0.4	12734	0.0025	79.5846
3	2023	27464	3	100%	9155	72%	0.4	13183	0.0025	82.3926
4	2024	28027	3	100%	9342	73%	0.4	13640	0.0025	85.2475
5	2025	28589	3	100%	9530	74%	0.4	14104	0.0025	88.1493

Lampiran 12. Timbulan Sampah Kecamatan Kraton

Kantor									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Pegawai Per Unit	Jumlah Pegawai	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	4	25	100	70%	0.1	7	0.0005	0.035
2	2022	4	25	100	71%	0.1	7.1	0.0005	0.036
3	2023	4	25	100	72%	0.1	7.2	0.0005	0.036
4	2024	4	25	100	73%	0.1	7.3	0.0005	0.037
5	2025	4	25	100	74%	0.1	7.4	0.0005	0.037
TK									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	11	472	5192	70%	0.02	72.69	0.00015	0.545
2	2022	11	472	5192	71%	0.02	73.73	0.00015	0.553
3	2023	11	472	5192	72%	0.02	74.76	0.00015	0.561
4	2024	11	472	5192	73%	0.02	75.80	0.00015	0.569
5	2025	11	472	5192	74%	0.02	76.84	0.00015	0.576

SD									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	5	1725	8625	70%	0.02	120.75	0.00015	0.906
2	2022	5	1725	8625	71%	0.02	122.48	0.00015	0.919
3	2023	5	1725	8625	72%	0.02	124.20	0.00015	0.932
4	2024	5	1725	8625	73%	0.02	125.93	0.00015	0.944
5	2025	5	1725	8625	74%	0.02	127.65	0.00015	0.957
SMP									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	2	1012	2024	70%	0.02	28.34	0.00015	0.213
2	2022	2	1012	2024	71%	0.02	28.74	0.00015	0.216
3	2023	2	1012	2024	72%	0.02	29.15	0.00015	0.219
4	2024	2	1012	2024	73%	0.02	29.55	0.00015	0.222
5	2025	2	1012	2024	74%	0.02	29.96	0.00015	0.225

Pasar									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Luas (m2)	Luas Total (m2)	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	2	7188	14376	70%	0.3	3018.96	0.0002	2.013
2	2022	2	7188	14376	71%	0.3	3062.09	0.0002	2.041
3	2023	2	7188	14376	72%	0.3	3105.22	0.0002	2.070
4	2024	2	7188	14376	73%	0.3	3148.34	0.0002	2.099
5	2025	2	7188	14376	74%	0.3	3191.47	0.0002	2.128

Rumah Permanen										
No	Tahun	Penduduk (Jiwa)	Jumlah Penduduk Per Unit	Jumlah (%)	Jumlah (unit)	Tingkat Pelayanan	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	20535	3	100%	6844.89	70%	0.4	9582.8	0.0025	59.89
2	2022	21197	3	100%	7065.51	71%	0.4	10033.0	0.0025	62.71
3	2023	21858	3	100%	7286.13	72%	0.4	10492.0	0.0025	65.58
4	2024	22520	3	100%	7506.75	73%	0.4	10959.8	0.0025	68.50
5	2025	23182	3	100%	7727.37	74%	0.4	11436.5	0.0025	71.48

Lampiran 13. Timbulan Sampah Kecamatan Wirobrajan

Kantor									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Pegawai Per Unit	Jumlah Pegawai	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	4	25	100	70%	0.1	7	0.0005	0.035
2	2022	4	25	100	71%	0.1	7.1	0.0005	0.0355
3	2023	4	25	100	72%	0.1	7.2	0.0005	0.036
4	2024	4	25	100	73%	0.1	7.3	0.0005	0.0365
5	2025	4	25	100	74%	0.1	7.4	0.0005	0.037
TK									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	17	830	14110	70%	0.02	197.54	0.00015	1.48
2	2022	17	830	14110	71%	0.02	200.36	0.00015	1.50
3	2023	17	830	14110	72%	0.02	203.18	0.00015	1.52
4	2024	17	830	14110	73%	0.02	206.01	0.00015	1.55
5	2025	17	830	14110	74%	0.02	208.83	0.00015	1.57

SD									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	5	2749	13745	70%	0.02	192.43	0.00015	1.44
2	2022	5	2749	13745	71%	0.02	195.18	0.00015	1.46
3	2023	5	2749	13745	72%	0.02	197.93	0.00015	1.48
4	2024	5	2749	13745	73%	0.02	200.68	0.00015	1.51
5	2025	5	2749	13745	74%	0.02	203.43	0.00015	1.53
SMP									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	2	1702	3404	70%	0.02	47.66	0.00015	0.36
2	2022	2	1702	3404	71%	0.02	48.34	0.00015	0.36
3	2023	2	1702	3404	72%	0.02	49.02	0.00015	0.37
4	2024	2	1702	3404	73%	0.02	49.70	0.00015	0.37
5	2025	2	1702	3404	74%	0.02	50.38	0.00015	0.38
SMA									
No	Tahun								

		Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	3	1903	5709	70%	0.02	79.93	0.00015	0.60
2	2022	3	1903	5709	71%	0.02	81.07	0.00015	0.61
3	2023	3	1903	5709	72%	0.02	82.21	0.00015	0.62
4	2024	3	1903	5709	73%	0.02	83.35	0.00015	0.63
5	2025	3	1903	5709	74%	0.02	84.49	0.00015	0.63

SMK									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Jumlah Murid Per Unit	Jumlah Murid	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	1	77	77	70%	0.02	1.08	0.00015	0.01
2	2022	1	77	77	71%	0.02	1.09	0.00015	0.01
3	2023	1	77	77	72%	0.02	1.11	0.00015	0.01
4	2024	1	77	77	73%	0.02	1.12	0.00015	0.01
5	2025	1	77	77	74%	0.02	1.14	0.00015	0.01
Pasar									
No	Tahun	Jumlah (Unit)	Luas (m2)	Luas Total (m2)	Tingkat Pelayanan (%)	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	3	14593	43779	70%	0.3	9193.59	0.0002	6.13
2	2022	3	14593	43779	71%	0.3	9324.93	0.0002	6.22
3	2023	3	14593	43779	72%	0.3	9456.26	0.0002	6.30

4	2024	3	14593	43779	73%	0.3	9587.60	0.0002	6.39
5	2025	3	14593	43779	74%	0.3	9718.94	0.0002	6.48

Rumah Permanen										
No	Tahun	Penduduk (Jiwa)	Jumlah Penduduk Per Unit	Jumlah (%)	Jumlah (unit)	Tingkat Pelayanan	Berat Sampah (kg)	Timbulan Sampah (kg/org.hari)	Volume Sampah (m3)	Timbulan Sampah (m3/org.hari)
1	2021	27660	3	100%	9219.96	70%	0.4	12907.94	0.0025	80.67
2	2022	28109	3	100%	9369.69	71%	0.4	13304.96	0.0025	83.16
3	2023	28558	3	100%	9519.42	72%	0.4	13707.97	0.0025	85.67
4	2024	29007	3	100%	9669.16	73%	0.4	14116.97	0.0025	88.23
5	2025	29457	3	100%	9818.89	74%	0.4	14531.96	0.0025	90.82

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Samarinda, pada tanggal 01 Januari 1999. Penulis merupakan putra kedua dari dua bersaudara, dari pasangan ayahanda Supriyanto dan ibunda Dyah Setiawati. Pendidikan formal di tempuh di SDN 023 Samarinda (2004- 2010), SMP Negeri 34 Samarinda (2010-2013), dan SMA Negeri 2 Samarinda (2013-2016). Pada tahun 2016 penulis diterima di Universitas Islam Indonesia (Kota Yogyakarta) melalui jalur CBT (*Computer Based Test)* di Program Studi Teknik Lingkungan.

Selama masa kuliah, penulis pernah diberikan amanah menjadi Koordinator Transportasi, Komunikasi dan perizinan Lintas Lingkungan. Penulis juga pernah menjadi *staff* pada acara Model United Nation (MUN). Penulis juga pernah mendapatkan Beasiswa Kaltim (Kalimantan Timur) Tuntas 2020. Tidak hanya itu, penulis juga pernah mengikuti beberapa kepanitiaan dan berbagai seminar selama masa kuliah.

Pada bulan Februari hingga Maret 2019, penulis melakukan Kerja Praktik di PT. SLJ Global Samarinda, Kalimantan Timur dengan topik Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Sedangkan, untuk menyelesaikan masa studi pendidikan strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Lingkungan, penulis melakukan penelitian dengan judul " Emisi Gas Rumahkaca dari Pengangkutan Sampah Perkotaan Daerah Kota Yogyakarta dengan Tingkat Kepadatan Penduduk Tinggi"