

IDENTIFIKASI POTENSI GAS RUMAH KACA DENGAN METODE IPCC (STUDI KASUS PENGELOLAAN SAMPAH RUMAH TANGGA KECAMATAN RUNGKUT SURABAYA)

Friesca Rieszki P.D Jayaty dan Naniek Ratni JAR

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
Email: friesca.rieszki@gmail.com

ABSTRAK

Kota Surabaya memiliki timbunan sampah yang cukup tinggi dengan 79,19% volumenya merupakan sampah rumah tangga. Kegiatan penimbunan sampah akan mengalami dekomposisi dan menghasilkan gas CO₂, CH₄, dan N₂O yang dapat menyebabkan pemanasan global. Kecamatan Rungkut berpotensi menghasilkan emisi GRK cukup besar karena sebagian besar wilayahnya pemukiman. Penelitian ini memiliki tujuan untuk memperkirakan besarnya potensi GRK dengan menggunakan pendekatan IPCC. Perhitungan emisi GRK membutuhkan data karakteristik dan komposisi sampah yang diperoleh dengan metode *load count analysis* sesuai dengan (SNI 19-3964-1994). Perhitungan emisi GRK didasarkan pada skenario. Skenario 1 perkiraan emisi GRK tahun 2025 tanpa ada reduksi, skenario 2 perkiraan emisi GRK pada tahun 2025 dengan reduksi sampah 30%, skenario 3 perkiraan emisi GRK sesuai kebijakan pada tahun 2025 dimana mencapai ideal. Hasil perkiraan emisi GRK dari skenario 1 secara berurutan untuk CO₂, CH₄, dan N₂O yaitu 0,22896; 0,06621; dan 0,00025 Gg/tahun. Besarnya perkiraan emisi pada skenario 2 yaitu 0,22538 Gg/tahun CO₂, 0,07873 Gg/tahun CH₄, dan 0,00169 Gg/tahun N₂O. Perkiraan emisi yang dihasilkan pada skenario 3 yaitu 0,17391 ton/tahun CO₂, 0,07048 Gg/tahun CH₄, dan 0,00131 Gg/tahun N₂O.

Kata Kunci : *Emisi, Gas Rumah Kaca, IPCC*

ABSTRACT

The city of Surabaya has a high level of solid waste with 79.19% of its volume being household waste. Landfill activities will increase decomposition and produce CO₂, CH₄, and N₂O gas which can cause global warming. Rungkut sub-district succeeded in producing quite large GHG emissions because most of the area is residential. This study purpose to estimate the potential for GHGs by using IPCC. Calculation of GHG emissions requires data on the characteristics and composition of waste obtained using load calculation analysis methods in accordance with (SNI 19-3964-1994). Calculation of GHG emissions based on scenarios. Scenario 1 estimation of GHG emissions in 2025 without reduction, scenario 2 of GHG emissions in 2025 with a reduction of 30%, scenario 3 of GHG emissions according to the policy of 2025 which is ideal. The results of the estimation of GHG emissions from scenario 1 in sequence for CO₂, CH₄, and N₂O are 0.22896; 0.06621; and 0.00025 Gg / year. The measure of the estimated emissions in scenario 2 are 0.22538 Gg / year of CO₂, 0.07873 Gg / year of CH₄, and 0.00169 Gg / year of N₂O. The estimated emissions generated in scenario 3 are 0.17391 tons / year CO₂, 0.07048 Gg / year CH₄, and 0.00131 Gg / year N₂O.

Keywords: *Emissions, Greenhouse Gases, IPC*

PENDAHULUAN

Permasalahan sampah terus meningkat setiap tahunnya. Peningkatan jumlah penduduk menjadi aspek penting dalam peningkatan jumlah timbunan sampah, selain itu perubahan pola konsumsi masyarakat perkotaan yang praktis dan konsumtif dengan makanan cepat saji dan barang kemasan turut serta mendorong peningkatan jumlah timbunan sampah perkotaan (Maziya, 2017). Menurut (Badan Pusat Statistik, 2018), kota Surabaya memiliki produksi sampah sebesar 9.896,78 m³ dan hanya dapat terkelola sekitar 54,84% dari total volumenya. Penimbunan merupakan cara utama yang paling banyak dilakukan dalam pengelolaan sampah perkotaan.

Upaya penimbunan sampah yang banyak dilakukan berperan sebagai penyumbang gas rumah kaca. Berdasarkan (Isnaini & Wilujeng, 2014), sebesar 3-4% gas rumah kaca pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) diemisikan menuju atmosfer yang berdampak pada pemanasan global. Banyak dampak yang dapat ditimbulkan akibat dari dihasilkannya emisi gas rumah kaca. Emisi gas rumah kaca dapat pula berdampak terhadap kenaikan muka air laut, mencairnya gunung es yang berakibat pada persediaan air, dan menurunnya keragaman hayati pada ekosistem (Maziya, 2017).

Surabaya Timur terdiri dari 7 kecamatan dengan jumlah penduduk mencapai 787.207 jiwa dan termasuk kawasan yang memiliki tingkat pertumbuhan penduduk yang cukup pesat yang berpengaruh terhadap peningkatan timbunan sampah (Ratih, 2013). Kecamatan rungkut terdiri dari beberapa kompleks perumahan dan rumah susun yang dinilai belum memiliki sistem pengelolaan sampah yang baik, selain itu masih terdapat beberapa daerah yang belum menerima pelayanan pengolahan sampah dan melakukan pengelolaan ilegal seperti membakar, mengubur, bahkan membuang sampah ke sungai (Ratya, 2017). Berdasarkan hal tersebut, dibutuhkan pengelolaan sampah yang tepat sehingga dapat pula mengurangi emisi gas rumah kaca.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) adalah pedoman yang digunakan untuk memperkirakan besarnya emisi gas rumah kaca secara spesifik. Metode perhitungan menggunakan *First Order Decay* (FOD) dan *Degradable Organic Carbon* (DOC). Pemilihan IPCC dikarenakan Indonesia belum memiliki metode perhitungan secara spesifik untuk emisi gas rumah kaca. Emisi gas rumah kaca dari sektor persampahan yang terdiri dari kegiatan penimbunan sampah di TPA dan kegiatan pengomposan dihitung menggunakan data timbunan dan komposisi sampah yang digunakan untuk mengestimasi seberapa besar emisi GRK yang diemisikan menuju atmosfer.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk memperkirakan emisi gas CO₂, NO₂, dan CH₄ pada sampah rumah tangga di Kecamatan Rungkut dengan menggunakan pendekatan metode IPCC. Perhitungan emisi gas rumah kaca didasarkan pada tiga skenario yang mengacu pada kebijakan dan strategi nasional pengurangan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga di tahun 2025. Skenario 1 merupakan perhitungan emisi pada kondisi eksisting dimana tidak ada upaya reduksi sampah. Skenario 2 perhitungan emisi dengan adanya upaya reduksi sebesar 30%. Skenario 3 merupakan perhitungan emisi dimana telah mencapai kondisi ideal.

Lokasi sampling karakteristik dan komposisi sampah ditentukan berdasarkan pada beberapa kriteria yaitu TPS yang dapat mewakili timbunan sampah dalam suatu kecamatan sesuai dengan area yang dilayani. TPS yang digunakan sebagai lokasi sampling terdiri dari TPS Pasar Pahing (mewakili komposisi sampah pasar), TPS Rungkut Alang-Alang (mewakili komposisi sampah kegiatan perdagangan), dan TPS Wonorejo (mewakili komposisi sampah permukiman).

Metode perhitungan emisi GRK membutuhkan beberapa data pendukung yang terdiri dari data primer dan data sekunder sebagai berikut :

a. Data Primer

Data Primer diperoleh melalui kegiatan berupa pengamatan langsung untuk mengetahui kondisi awal pengelolaan yang sudah dilakukan dan kegiatan sampling terkait timbulan sampah, komposisi sampah dan densitas sampah yang diperoleh sesuai dengan SNI-3964-1994.

b. Data Sekunder

Data sekunder berupa data administrasi yang dapat diperoleh melalui beberapa pihak terkait yang sesuai dengan kebutuhan data penelitian seperti Badan Pusat Statistika terkait data kependudukan, Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau terkait data area pelayanan TPS, dan sebagainya.

Rumus perhitungan emisi GRK dengan menggunakan metode IPCC dapat dilihat pada persamaan dibawah ini :

1. Sampah Dibuang Menuju TPA

▪ Emisi CH₄

$$DDOC_m = W \times DOC \times DOC_f \times MCF \dots\dots(1)$$

Keterangan :

- DDOC_m = Masa DOC terdekomposisi (Gg)
- W = Massa sampah dibuang(Gg)
- DOC = Fraksi karbon organik degradable
- DOC_f = Fraksi DOC yang dapat terdekomposisi
- MCF = Faktor koreksi CH₄

$$Lo = DDOC_m \times F \times \frac{16}{12} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- Lo = CH₄ yang terbentuk
- F = Fraksi CH₄ yang dihasilkan di landfill
- 16 / 12 = Rasio berat molekul CH₄/C

Emisi CH₄

$$= [\sum_x \text{Jumlah CH}_{4x,T} - R_T] \times (1 - OX_T) \dots\dots(3)$$

Keterangan:

- T = Tahun inventarisasi
- X = tipe atau jenis sampah
- R = Recovery CH₄ di TPA
- OX = faktor oksidasi

▪ Emisi CO₂

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{Emisi CH}_4 \left(\frac{1-F}{F} + OX \right) \times \frac{44}{16} \dots\dots(4)$$

Keterangan :

- F = Fraksi CH₄ yang dihasilkan TPA
- OX = Faktor Oksidasi
- 44 = Mr dari CO₂ (kg/kg-mol)
- 12 = Mr CH₄ (kg/kg-mol)

2. Sampah Dikomposkan

▪ Emisi CH₄

$$\text{Emisi CH}_4 = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R \dots\dots(5)$$

Keterangan :

- EF = faktor emisi CH₄ (g CH₄/kg berat sampah yang dikomposkan)
- M_i = berat sampah organik dengan pengolahan pengomposan(Gg)
- R = jumlah CH₄ yang direcovery (Gg CH₄)

▪ Emisi N₂O

$$\text{Emisi N}_2\text{O} = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

- EF = faktor emisi N₂O (g N₂O / kg berat sampah yang dikomposkan)
- M_i = berat sampah organik dengan pengolahan pengomposan (Gg)

3. Sampah Dibakar

▪ Emisi CH₄

$$\text{Emisi CH}_4 = \sum_i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6}$$

▪ Emisi CO₂

$$= MSW \times \sum_j (WF_j \times dm_j \times CF_j \times FCF_j \times OF_j) \times \frac{44}{12} \dots\dots(7)$$

Keterangan :

- MSW = berat total pembakaran terbuka (Gg/tahun)
- WF_j = fraksi jenis sampah komponen j (basis basah)
- dm_j = fraksi kandungan bahan kering sampah
- CF_j = Fraksi karbon fosil dalam karbon total (IPCC default)
- FCF_j = fossil carbon fraction in total carbon (IPCC default)
- OF_i = faktor oksidasi (fraksi)
- 44/12 = konversi faktor C /CO₂
- j = komposisi jenis sampah

▪ Emisi N₂O

$$\text{Emisi N}_2\text{O} = \sum_i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6}$$

Keterangan:

IWi = berat sampah plastik yang dibakar secara terbuka

EFi = fraksi emisi N₂O

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Timbulan Sampah Kecamatan Rungkut.

Timbulan sampah per orang diperoleh dengan membagi berat sampah total dengan jumlah penduduk yang disampling. Proyeksi penduduk digunakan untuk memperkirakan jumlah penduduk pada tahun 2025. Jumlah penduduk di Kecamatan Rungkut pada tahun 2020 dimana kondisi eksisting yaitu 117.591 jiwa. Berdasarkan hasil proyeksi pada tahun 2025 jumlah penduduk sebesar 130.602 jiwa.

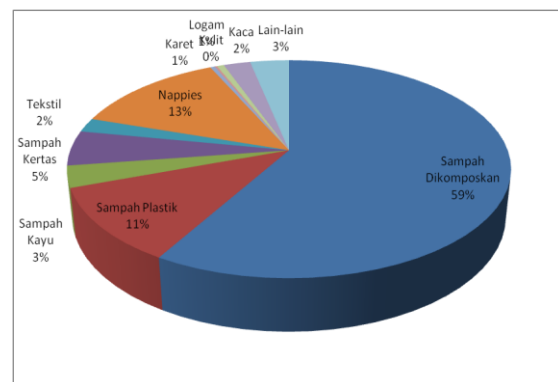
Pengukuran laju timbulan sampah dilakukan dengan menggunakan 2 gerobak yang ada pada tiap TPS. Laju timbulan sampah di kecamatan Rungkut yaitu 0,433 kg/orang.hari. Data timbulan sampah yang diperoleh tersebut dibandingkan dengan timbulan sampah rumah tangga di Kecamatan Rungkut yang diperoleh pada penelitian sebelumnya yaitu sebesar 0,346 kg/org.hari (Ratya, 2017).

Nilai timbulan sampah per orang yang diperoleh dari hasil penelitian ini lebih besar apabila dibandingkan dengan nilai tersebut. Peningkatan laju timbulan sampah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti populasi, industrialisasi, urbanisasi, dan pertumbuhan ekonomi (Dhokhikah, Trihadiningrum, & Sunaryo, 2015). Timbulan total sampah suatu wilayah diperoleh dengan mengalikan laju timbulan sampah tiap orang dengan jumlah penduduk. Berdasarkan hasil proyeksi penduduk dan laju timbulan sampah per orang, maka diperoleh timbulan sampah total sebesar 20.641 ton/tahun.

B. Komposisi Sampah

Komposisi sampah dinyatakan dalam bentuk persentase yang diperoleh dari hasil perbandingan berat tiap jenis sampah dengan berat sampah total.

Komposisi sampah di Kecamatan Rungkut terdiri dari sampah sisa makanan dengan persentase 41,79 %; sampah kebun dan taman 5,38%; sampah campuran 11,24%; sampah plastik 11,06%; kayu 3,23%; kertas 5,18%; tekstil 2,14% ; nappies (disposable diapers) 13,11% ; karet 0,43%; kulit 0,18%; logam 0,61% ; kaca 2,33% dan sampah lain-lain 3,34%. Sampah yang dapat dikomposkan memiliki komposisi sampah paling besar dibandingkan dari komposisi sampah lainnya yaitu 58,41%. Tingginya nilai komposisi sampah basah ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kandungan air yang sangat tinggi pada sampah basah yang dapat menyebabkan massa sampah yang semakin berat.



Gambar -1: Komposisi Sampah Kecamatan Rungkut

C. Densitas Sampah

Nilai densitas sampah rumah tangga di Kecamatan Rungkut diperoleh sesuai dengan SNI 19-3964-1995 yaitu dengan menggunakan metode *load count analysis* dimana besarnya nilai densitas diperoleh dengan menimbang berat sampah dalam satu gerobak dan membandingkan dengan nilai volume sampah berdasarkan pada alat pengangkut sampah tersebut. Besarnya nilai densitas sampah pada 3 (tiga) TPS adalah 79,99 kg/m³, 100,71 kg/m³, dan 71,54 kg/m³. Proses pengukuran dilakukan selama 8 hari berturut-turut.

Tabel -1: Densitas Sampah Kecamatan Rungkut

Sumber Sampah	Densitas (kg/m ³)	Densitas Rata-rata (kg/m ³)
TPS Pasar Pahing	79,99	84,04
TPS Rungkut Alang	71,54	
TPS Wonorejo	100,71	

D. Perhitungan Emisi GRK

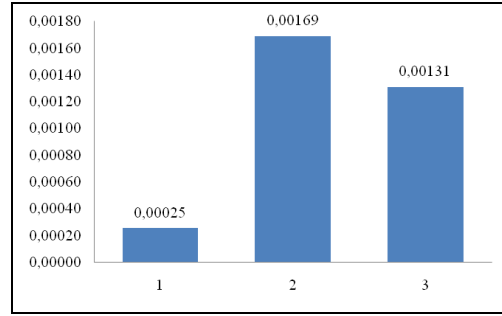
Pengelolaan sampah saat ini di Kecamatan Rungkut adalah sebesar 60,50% untuk sampah yang dibuang ke TPA tanpa upaya reduksi dan sampah yang mengalami pembakaran terbuka sebesar 0,8%. Sedangkan sisanya, sebesar 38,7% dibuang kelaut atau dibuang lingkungan. Pada penelitian ini tidak ada perhitungan emisi untuk limbah padat yang dibuang kelaut/dibuang. Hasil perhitungan emisi pada setiap skenario dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel -2: Hasil Perhitungan Emisi GRK

Sumber Emisi	Emisi GRK	Skenario		
		1	2	3
Pengelolaan Sampah (Gg/tahun)	CO ₂	0,22896	0,19416	0,14715
	CH ₄	0,06621	0,05709	0,05083
	N ₂ O	0,00025	0,00169	0,00131

Perhitungan emisi pada skenario 1 terdiri sampah yang dibuang langsung di TPA, dan pembakaran sampah secara terbuka. Emisi yang dihitung pada skenario 2 ini terdiri dari emisi sampah yang dibuang langsung di TPA, pembakaran sampah terbuka, dan pengomposan sampah. Perhitungan emisi GRK pada skenario 3 ini didasarkan pada kegiatan pengomposan sampah dan pembuangan sampah ke TPA.

Berdasarkan hasil perhitungan yang emisi yang dilakukan menunjukkan bahwa emisi CO₂ dan CH₄ paling tinggi terdapat pada skenario 1. Hal tersebut karena pada skenario 1 tidak terdapat upaya reduksi dimana sampah yang terbentuk langsung dibuang menuju ke TPS dan diangkut menuju TPA. Tingginya emisi tersebut disebabkan juga oleh degradasi biomassa secara anaerobik dalam jumlah tinggi yang juga mengakibatkan tingginya emisi CO₂ dan CH₄ (Isnaini & Wilujeng, 2014).



Gambar -2: Diagram Emisi N₂O pada setiap skenario

Berdasarkan gambar dapat dilihat bahwa emisi N₂O memiliki nilai terkecil apabila dibandingkan dengan skenario 2 dan skenario 3. Rendahnya nilai emisi N₂O ini disebabkan karena pada skenario 1 perhitungan emisi yang dilakukan tanpa adanya proses reduksi dimana tidak ada proses pengomposan. Menurut Treatment, Waste, Guidelines, Greenhouse, & Inventories (2006), Emisi gas N₂O dapat terbentuk dari kegiatan pengomposan. Selain itu, kegiatan pembuangan sampah langsung ke TPA juga tidak menghasilkan emisi berupa N₂O hal ini juga menyebabkan rendahnya emisi N₂O pada skenario 1.

Perbandingan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan pada perhitungan setiap skenario diperoleh bahwa skenario 3 merupakan skenario terbaik. Hal ini ditunjukkan oleh nilai emisi CO₂ dan CH₄ yang memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan skenario lainnya. Kecilnya nilai emisi ini dikarenakan sampah yang akan dibuang menuju ke TPA telah banyak mengalami reduksi melalui berbagai macam kegiatan. Salah satu upaya reduksi yang dilakukan yaitu pengomposan. Skenario tersebut dianggap efektif karena telah menerapkan salah satu upaya reduksi sampah yaitu pengomposan.

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keefektifitasan pada skenario 3 menurut Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 97 Tahun 2017 Tentang Kebijakan Dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, yaitu dengan memperkuat keikutsertaan masyarakat dalam pengelolaan sampah melalui sarana komunikasi, informasi, dan

edukasi. Pengaplikasian dan pengembangan teknologi tepat guna yang bersifat ramah lingkungan untuk penanganan sampah rumah tangga dan sampah sejenis dianggap mampu meningkatkan keefektifan penerapan skenario tersebut. Skenario 3 ini dapat pula diterapkan pada tiap TPS. Mengingat masih sedikitnya TPS di Kecamatan Rungkut yang belum menerapkan upaya pemilahan dan melakukan pemanfaatan sampah baik itu melalui pengomposan dan lain sebagainya.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Laju timbulan sampah di Kecamatan Rungkut 0,433 kg/org.hari dengan total timbulan sampah 21 Gg/tahun.
2. Komposisi sampah rumah tangga di Kecamatan Rungkut yang terdiri dari sampah sisa makanan dengan persentase 41,79 %; sampah kebun dan taman 5,38%; sampah campuran 11,24%; sampah plastik 11,06%; kayu 3,23%; kertas 5,18%; tekstil 2,14% ; nappies (disposable diapers) 13,11% ; karet 0,43%; kulit 0,18%; logam 0,61% ; kaca 2,33% dan sampah lain-lain 3,34%. Sampah yang dapat dikomposkan memiliki komposisi sampah paling besar dibandingkan dari komposisi sampah lainnya yaitu 58,41%.
3. Densitas sampah di Kecamatan Rungkut sebesar 84,04 kg/m³
4. Emisi GRK pengelolaan sampah di Kecamatan Rungkut pada skenario 1 sebesar 0,22896 Gg/tahun untuk emisi CO₂, CH₄ sebesar 0,06621Gg/tahun, dan emisi N₂O sebesar 0,00025Gg/tahun. Skenario 2 menghasilkan emisi CO₂ sebesar 0,22538 Gg/tahun, CH₄ sebesar 0,07873 Gg/tahun dan emisi N₂O sebesar 0,00169 Gg/tahun. Skenario 3 menghasilkan emisi CO₂ sebesar 0,17391 Gg/tahun, CH₄ sebesar 0,07048 Gg/tahun dan emisi N₂O sebesar 0,00131Gg/tahun.
5. Skenario 3 merupakan skenario yang terbaik karena menghasilkan emisi yang lebih kecil, hal ini karena adanya upaya reduksi yang dilakukan. Skenario ini dapat pula diterapkan pada setiap TPS sehingga dapat mereduksi timbunan sampah di Kecamatan Rungkut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2018). Statistik Lingkungan Hidup Indonesia (SLHI) 2018. In *Badan Pusat Statistik/BPS–StatisticsIndonesia*.
- Dhokhikah, Y., Trihadiningrum, Y., & Sunaryo, S. (2015). Community participation in household solid waste reduction in Surabaya, Indonesia. *Resources, Conservation and Recycling*, 102(September),153–162.
- Isnaini, R., & Wilujeng, S. A. (2014). Potensi Gas Rumah Kaca Pengelolaan Sampah Domestik di Kecamatan Rungkut Kota Surabaya. *Digital Library Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 1–6.
- Maziya, F. B. (2017). Pengelolaan Sampah Kecamatan Genteng Kota Surabaya. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(2), 1–9.
- Ratih, Y. P. (2013). Perencanaan Fasilitas Pengolahan Sampah. *Digilib Its*, 2(1), 1–4. Retrieved from <http://digilib.its.ac.id>
- Ratya, H. (2017). *Timbulan Dan Pengumpulan Sampah Rumah Tangga Di Kecamatan Rungkut, Surabaya*.
- SNI 19-3964-1994. (1994). *Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan*.16.
- Treatment, B., Waste, S., Guidelines, I., Greenhouse, N., & Inventories, G. (2006). *Chapter4 Biological Treatment Of Solid*.