

Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca pada Pengelolaan Sampah Domestik dengan Metode IPCC 2006 di TPA Talang Gulo Kota Jambi

(Estimating Greenhouse Gas Emissions on Domestic Waste Management by IPCC 2006 Method in Talang Gulo Landfill, Jambi City)

Winni Laura Christina Hutagalung^{1*}, Alfin Sakinah¹, dan Rinaldi¹

¹Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Jambi
Jl. Tribrata KM. 11, Pondok Meja, Jambi

*Penulis korespondensi: winnylaura@yahoo.co.id

Diterima: 11 September 2019

Disetujui: 14 Februari 2020

ABSTRACT

The waste that loaded to the Talang Gulo Landfill in 2018 was 1,012.2 m³/day and is predicted to produce greenhouse gas (GHG) emissions such as CH₄ and N₂O. The purpose of this study were to create a waste management layout, to determine the generation data and composition of waste in Jambi city and calculating the estimated amount of GHG. The calculation of GHG emissions in this study used Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2006 method. Sampling results showed that the average waste generation in Jambi City was 20.7 x 10⁻² kg/person/day. Food, plastics, and paper wastes were the dominant components of waste in landfill, with the value of 47.4%, 20.6%, and 13.1% respectively. CH₄ emissions generated from landfill zone VI in 2019 amounted to 4.7 x 10⁻² Gg and would increase to 16.6 x 10⁻² Gg in 2030. Greenhouse gas emissions generated from the composting zone consisted of 8.6 x 10⁻⁴ Gg CH₄ and 5.2 x 10⁻⁵ Gg N₂O in 2019 and would become 9.5 x 10⁻⁴ Gg CH₄ and 5.7 x 10⁻⁵ Gg N₂O in 2030. Emissions from heavy equipment activity in 2019 amounted to 1.1 Gg CO₂. The estimation of greenhouse gas emissions are useful for taking steps to mitigate greenhouse gas emissions.

Keywords: composition, emissions, greenhouse gas, IPCC.

PENDAHULUAN

Masalah pengelolaan limbah padat (sampah) adalah tantangan terbesar bagi kota kecil dan besar di negara berkembang. Sampah menghasilkan sebagian besar emisi gas rumah kaca. Emisi gas rumah kaca menjadi masalah paling serius terhadap perubahan iklim global (Bogner, 2008). Perubahan iklim global akan meningkatkan suhu permukaan global sebesar 4.8 °C dan permukaan laut akan naik 0.82 m pada tahun 2100 (IPCC, 2006).

Kota Jambi memiliki fasilitas untuk me-nampung sampah yang dihasilkan masyarakat yaitu Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Talang Gulo Kota Jambi yang berada di Jalan Kebersihan RT. 04 Kelurahan Kenali Asam Bawah Kecamatan Kota Baru. Tempat

Pemrosesan Akhir (TPA) ini beroperasi sejak tahun 1997 dan memiliki 6 zona *landfill*. Sampah yang masuk pada tahun 2018 sebesar 1,012.2 m³/hari (TPA Talang Gulo, 2018). Timbunan sampah yang masuk setiap harinya akan berpotensi untuk menghasilkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Hasil penelitian di Kota Madiun menunjukkan bahwa aktivitas pengelolaan sampah zona penimbunan aktif di TPA Winongo yang memiliki luas 12,293 m² dapat menghasilkan emisi CH₄ 281,206 ton CH₄/tahun pada tahun 2015 (Kiswandayani, 2016).

Emisi gas rumah kaca dari zona penimbunan sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) umumnya menghasilkan gas metana (CH₄). Sedangkan aktivitas zona pengomposan

dapat menghasilkan Gas Rumah Kaca (GRK) berupa emisi CH_4 dan N_2O . Selain itu, pengelolaan sampah di TPA juga menghasilkan emisi CO_2 yang berasal dari aktivitas alat berat. Menurut Doorn dan Barlaz (1995), metana yang dihasilkan melalui proses dekomposisi anaerob dari sampah yang terkubur di dalam Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan penyumbang yang signifikan terhadap emisi CH_4 global, sekitar 10 sampai 70 Tg/tahun. Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari kegiatan pengelolaan sampah diperkirakan adalah sebesar 3-4% dari total emisi GRK (Bogner, 2008).

Salah satu cara untuk memperkirakan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang dihasilkan yaitu dengan menggunakan metode IPCC 2006 (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Metode ini menggunakan data hasil proyeksi jumlah penduduk, timbulan sampah, dan persentase pengelolaan sampah. Berdasarkan potensi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) yang dihasilkan, perlu adanya usaha minimasi timbulan sampah agar jumlah emisi gas rumah kaca mengalami penurunan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan komposisi sampah di Kota Jambi serta menghitung estimasi jumlah emisi gas rumah kaca pada zona penimbunan VI, zona pengomposan, dan aktivitas alat berat.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Talang Gulo Kota Jambi selama 8 hari secara berturut-turut. Penelitian dilakukan mulai dari 25 April 2019 sampai 2 Mei 2019. Pengambilan data primer terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

1. Penentuan titik pengambilan sampel

Titik pengambilan sampel adalah TPA Talang Gulo yang secara langsung menerima sampah domestik Kota Jambi. Pengambilan sampel dilakukan dari

setiap truk secara acak (*simple random sampling*) dan tidak boleh dilakukan pemilahan terlebih dahulu. *Simple random sampling* ialah pengambilan anggota sampel dari populasi dilakukan secara acak tanpa memperhatikan tingkatan yang ada dalam populasi artinya suatu populasi memiliki kesempatan yang sama untuk dipilih menjadi sampel (Sugiyono, 2007; Triyono, 2018).

2. Pengambilan sampel dan penimbangan sampah sebelum dipilah

Berdasarkan SNI 19-3964-1994, frekuensi sampling yang ideal adalah setiap hari selama delapan hari berturut-turut. Alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengambilan sampel adalah sebagai berikut:

- a. Box kayu berukuran 125 Liter
- b. Masker dan sarung tangan
- c. Sekop atau keranjang
- d. Kantong plastik
- e. Timbangan 30 kg

Total volume sampel sampah yang akan diambil dalam 1 kali *sampling* adalah 1 m^3 (1000 liter). Sampah diambil dari setiap truk dan dimasukkan ke dalam kantong plastik sebelum dilakukan penimbangan. Penimbangan dilakukan untuk mengetahui berat sampah basah secara keseluruhan dari setiap truk.

3. Pemilahan sampel

Pemilahan sampel di TPA Talang Gulo dilakukan berdasarkan klasifikasi 11 komponen sampah menurut IPCC 2006 *Guideline* yang terdiri dari:

- a. Sampah makanan
- b. Sampah kebun
- c. Sampah kayu
- d. Sampah kertas dan karton
- e. Sampah kain dan produk tekstil
- f. Sampah *nappies*
- g. Sampah karet dan kulit
- h. Sampah plastik
- i. Sampah logam
- j. Sampah gelas
- k. Sampah lain-lain

4. Penimbangan sampah

Sampah yang telah dipilah berdasarkan klasifikasi kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk dilakukan penimbangan menggunakan timbangan.

5. Perhitungan komposisi sampah

Komposisi sampah dinyatakan dalam persen berat basah dari setiap komponen sampah. Komposisi sampah akan digunakan sebagai acuan perhitungan tingkat emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari setiap komponen. Komposisi sampah tiap komponen dinyatakan dalam % berdasarkan persamaan sebagai berikut (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012):

$$\% \text{ berat basah} = \frac{\text{berat komponen sampah}}{\text{berat total keseluruhan sampah}} \times 100\% \quad (1)$$

Selain komposisi sampah dibutuhkan juga data densitas sampah. Densitas sampah atau massa jenis sampah merupakan perbandingan antara berat dan volume sampah. Selama penelitian 8 hari berturut-turut akan dilakukan pengukuran berat sampah dengan volume 1 m³ (1000 L) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Densitas sampah} = \frac{\text{Volume sampah (L)}}{\text{Berat sampah (kg)}} \quad (2)$$

Analisa data dilakukan terhadap kegiatan di TPA Talang Gulo yaitu pada zona penimbunan, zona pengomposan dan alat berat.

1. Perhitungan emisi gas rumah kaca dari Zona Penimbunan VI

Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas penimbunan sampah adalah gas metana (CH₄). Perhitungan emisi gas metana menggunakan metode perhitungan emisi GRK pada pedoman IPCC 2006. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode FOD (*First Order Decay*).

$$CH_4 = (\sum x \text{ CH generated } x, T - R_T) \times (1 - OX_T) \quad (3)$$

Dimana:

CH₄ generated _{x,T} = Jumlah CH₄ yang terbentuk pada tahun T

R_T = Recoveri CH₄ untuk dimanfaatkan dalam tahun T

OX_T = Faktor oksidasi berdasarkan tipe TPA.

2. Perhitungan emisi gas rumah kaca dari Zona Pengomposan

Gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas pengomposan adalah gas CH₄ dan N₂O.

$$CH_4 = \sum ((Mi \times EFi) \times 10^{-3} - R \quad (4)$$

$$N_2O = \sum ((Mi \times EFi) \times 10^{-3} \quad (5)$$

Dimana:

Mi = Massa limbah organik yang diolah dengan pengolahan biologi tipe i

EFi = Faktor emisi untuk pengolahan biologi tipe i

R = Jumlah CH₄ yang dapat direcoveri dalam tahun inventori.

3. Perhitungan emisi gas rumah kaca dari Alat Berat

Perhitungan emisi dari alat berat menggunakan rumus IPCC 2006.

$$CO_2 = DA \times FE \quad (6)$$

dimana

DA = data aktivitas (TJ)

FE = faktor emisi (kg CO₂/TJ)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelolaan Sampah di TPA Talang Gulo

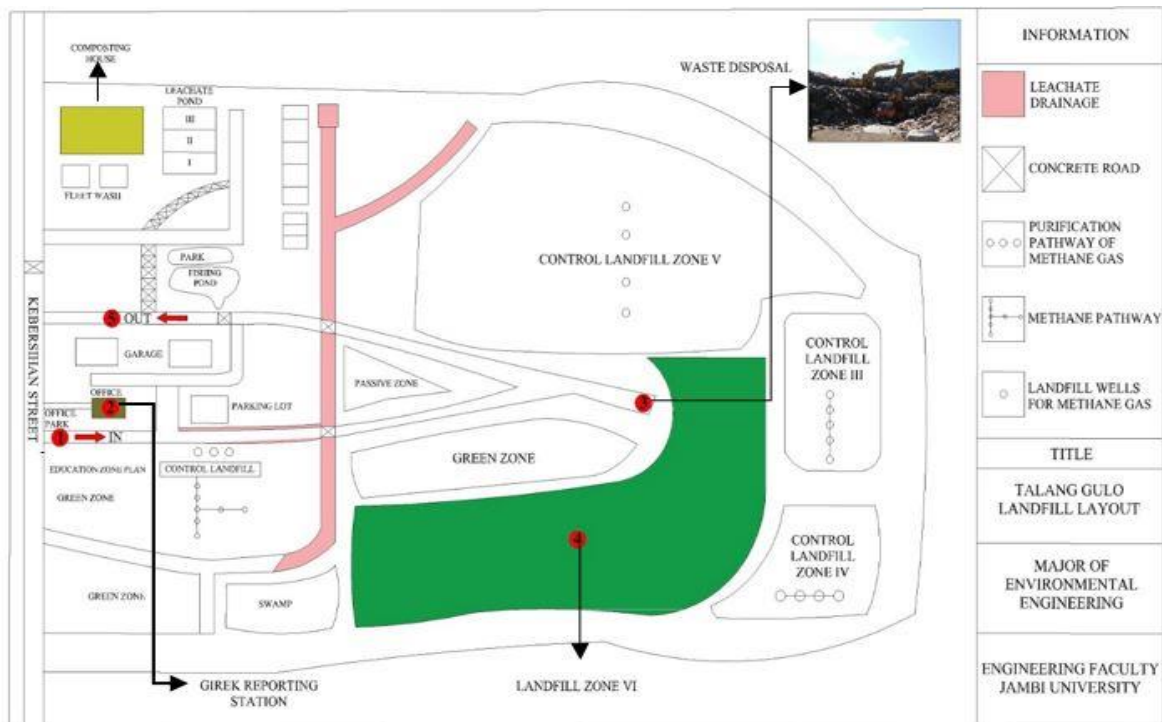
Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Talang Gulo berdiri sejak tahun 1997 dan berlokasi di Jalan Kebersihan RT. 04 Kelurahan Kenali Asam Bawah Kecamatan Kota Baru Kota Jambi. Lokasi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) berjarak sekitar 15 km dari pusat kota.

Sarana dan prasarana yang tersedia yaitu kendaraan dan alat-alat operasional. Kendaraan pengangkutan sampah dibagi menjadi 5 jenis kendaraan, yaitu 36 unit Dump Truck, 13 unit Arm Roll, 3 unit

Dinas Lingkungan Hidup, 8 unit Patroli, dan 5 unit DISPERINDAG. Alat operasional yang digunakan yaitu 4 unit *Excavator* dan 2 *Bulldozer* dengan kondisi alat *excavator* jenis CAT 75%, Komatshu PC 200-6 70 %, Komatshu PC 200-8 85%, dan Hitachi Rusak berat, sedangkan kondisi alat *Bulldozer* jenis CAT 80% dan Komatshu 85%. TPA Talang Gulo menerima sampah yang dihasilkan masyarakat di Kota Jambi dengan luas lahan eksisting TPA 10 ha dan 21,3 ha sebagai cadangan. Saat ini, hanya zona VI yang menjadi satu-satunya zona aktif untuk menampung sampah Kota Jambi.

Sampah dari tempat penampungan sementara (TPS) diangkut ke tempat

pemrosesan akhir (TPA) Talang Gulo menggunakan 4 jenis kendaraan. Setiap truk pengangkut sampah yang masuk ke TPA harus melalui loket pelaporan/pengambilan girek ritasi guna dicatat jumlah, jenis dan tanggal waktu pemasukan. Sampah yang akan dilakukan pengurangan atau penimbunan akan dibawa menuju zona penimbunan VI. Setelah semua sampah dibuang ke zona penimbunan VI, kendaraan akan keluar dari tempat pemrosesan akhir (TPA) untuk menunggu jadwal pengangkutan selanjutnya. Gambar 1 menunjukkan secara jelas alur pengelolaan sampah di tempat pemrosesan akhir (TPA) Talang Gulo.



Gambar 1. *Layout* pengelolaan di TPA Talang Gulo

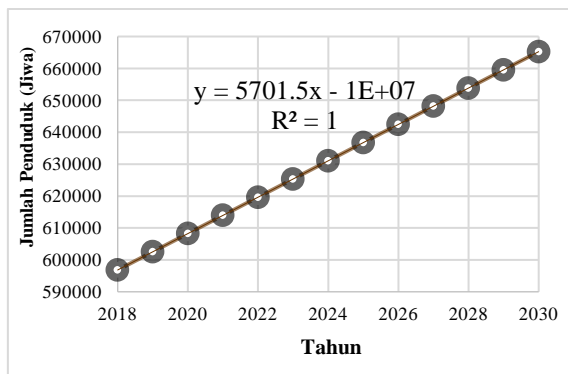
Proyeksi Jumlah Penduduk dan Timbulan Sampah

Dalam penelitian ini dibutuhkan data proyeksi jumlah penduduk Kota Jambi sebelum menghitung timbulan dan komposisi sampah tempat pemrosesan akhir (TPA) Talang Gulo. Proyeksi

ditentukan berdasarkan data jumlah penduduk dan laju pertumbuhan penduduk yang diperoleh dari BPS Kota Jambi. Metode yang digunakan adalah metode aritmatik. Metode ini dipilih karena memiliki nilai korelasi yang paling mendekati 1 atau =1, sehingga

metode ini memiliki hubungan yang sangat kuat atau mendekati kebenaran.

Berdasarkan hasil proyeksi jumlah penduduk pada Gambar 2 diketahui bahwa jumlah penduduk pada tahun 2019 sebanyak 602,537 jiwa dan pada tahun 2030 akan meningkat menjadi 665,253 jiwa. Data proyeksi penduduk akan digunakan untuk menghitung timbulan sampah yang dihasilkan oleh penduduk Kota Jambi setiap harinya. Data proyeksi penduduk dan data timbulan sampah merupakan data dasar dalam menentukan proyeksi banyaknya sampah yang dihasilkan oleh masyarakat Kota Jambi. Jumlah rata-rata sampah yang masuk ke TPA pada tahun 2018 dapat dihitung menggunakan data pada Tabel 1.



Gambar 2. Proyeksi Jumlah Penduduk Kota Jambi

Pada penelitian ini, *sampling* sampah dilakukan selama 8 hari berturut-turut untuk mendapatkan data densitas sampah. Densitas sampah atau massa jenis sampah merupakan perbandingan antara berat dan volume sampah. Didapatkan densitas sampah rata-rata sebesar 12.2×10^{-2} kg/L.

Timbulan sampah diperoleh dari membagi volume sampah rata-rata dengan jumlah penduduk yang telah diketahui dan dikali dengan densitas sampah rata-rata.

Tabel 1. Volume Sampah yang Masuk ke TPA Talang Gulo Tahun 2018

Bulan	Sampah yang Masuk TPA (m ³ /bulan)	Sampah yang Masuk TPA (m ³ /hari)
Januari	31,864.0	1,027.9
Februari	27,726.0	990.2
Maret	30,693.5	990.1
April	29,761.0	992.0
Mei	30,881.5	996.2
Juni	30,455.5	1,015.2
Juli	32,045.0	1,033.7
Agustus	31,347.0	1,011.2
September	30,088.0	1,002.9
Oktober	31,585.5	1,018.9
November	30,843.0	1,028.1
Desember	32,252.0	1,040.4
Rata-rata		1,012.2

Sumber: TPA Talang Gulo, 2018.

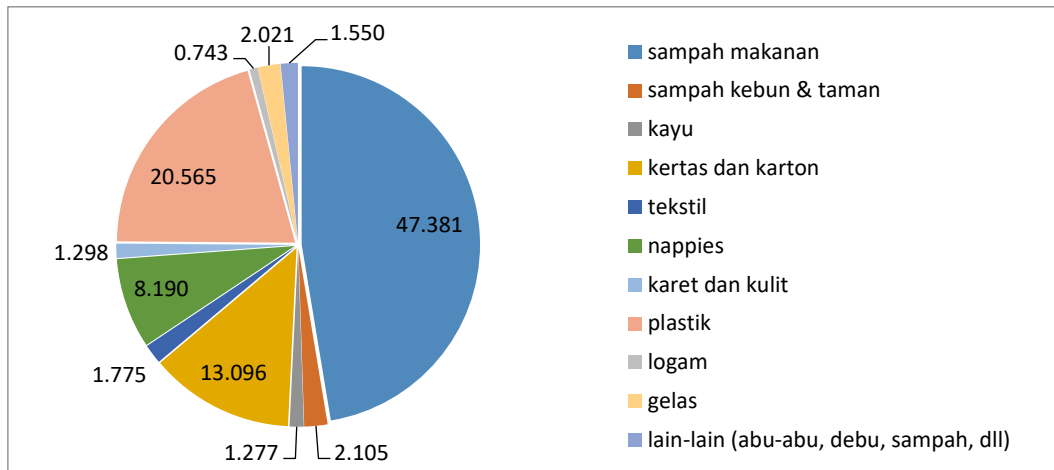
Tabel 2 Proyeksi Timbulan Sampah Kota Jambi

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Laju Timbulan (kg/jiwa/hari) (x10 ⁻²)	Timbulan Sampah (kg/hari)	Timbulan Sampah (ton/tahun)
2018	596,835	20.7	123,545	45,093.9
2019	602,537	20.7	124,725	45,524.7
2020	608,238	20.7	125,905	45,955.4
2021	613,940	20.7	127,086	46,386.2
2022	619,641	20.7	128,266	46,816.9
2023	625,343	20.7	129,446	47,247.8
2024	631,044	20.7	130,626	47,678.5
2025	636,746	20.7	131,806	48,109.3
2026	642,447	20.7	132,987	48,540.1
2027	648,149	20.7	134,167	48,970.9
2028	653,850	20.7	135,347	49,401.6
2029	659,552	20.7	136,527	49,832.5
2030	665,253	20.7	137,707	50,263.2

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Komposisi Sampah

Data komposisi sampah diperoleh dari *sampling* sampah selama 8 hari . Sampah yang digunakan untuk *sampling* sebanyak 1 m³ atau 1000 L.



Gambar 3. Komposisi Sampah di TPA Talang Gulo

Dilakukan pemilahan untuk mendapatkan berat dari setiap jenis sampah menurut IPCC 2006. Komposisi sampah dinyatakan dalam satuan persen (%). Komposisi sampah makanan tetap menjadi yang tertinggi karena sampah makanan dihasilkan dari sisa kebutuhan sehari-hari dari rumah tangga, pasar, dan restoran atau warung.

Komposisi sampah diperlukan untuk menentukan *degradable organic carbon* (DOC) yang akan memengaruhi emisi gas rumah kaca yang akan dihasilkan. Hasil perhitungan komposisi sampah di TPA Talang Gulo Kota Jambi disajikan pada Gambar 3.

Estimasi Gas Rumah Kaca di Kota Jambi

Untuk perhitungan emisi gas rumah kaca dibutuhkan berat sampah dari tahun 2018 hingga tahun 2030 berdasarkan timbulan sampah (Tabel 2) dan komposisi sampah (Gambar 3). Komponen sampah yang dibutuhkan untuk perhitungan emisi gas rumah kaca hanya berupa sampah organik yang terdiri dari 7 komponen yaitu sampah makanan, sampah kebun dan taman, sampah kayu, sampah kertas dan karton, sampah *nappies*, sampah kain dan tekstil, serta sampah karet dan kulit. Berat sampah tahun 2018-2030 dari setiap komponen dapat dilihat pada Tabel 3.

1. Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) CH₄ di Zona Penimbunan VI

Dalam penelitian ini difokuskan pada zona VI yang merupakan zona aktif di TPA Talang Gulo Kota Jambi pada tahun 2019. Prosedur perhitungan dilakukan untuk masing-masing komposisi sampah terlebih dulu kemudian diakumulasikan untuk semua jenis sampah.

Emisi CH₄ yang dihasilkan dari zona penimbunan VI pada tahun 2019 sebesar 4.7×10^{-2} Gg dan akan meningkat menjadi 1.7×10^{-1} Gg pada tahun 2030.

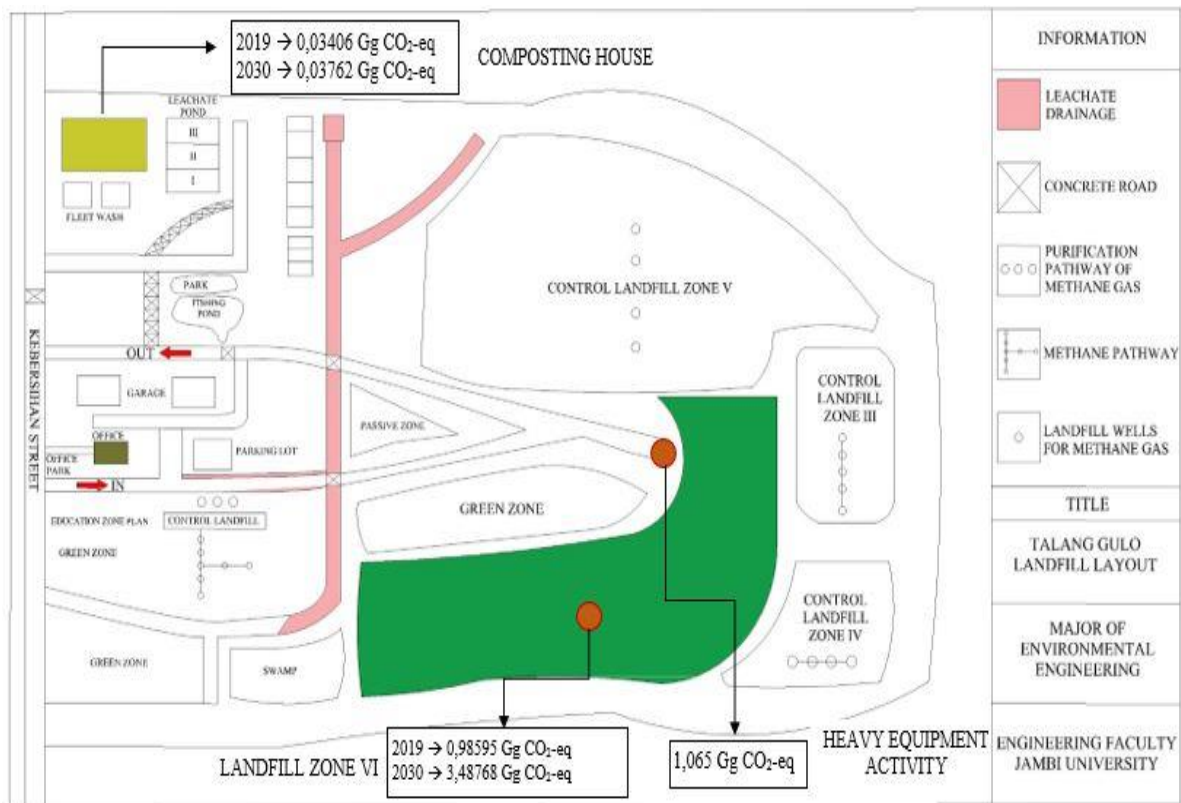
2. Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) CH₄ dan N₂O di Zona Pengomposan

Pengolahan sampah pada zona pengomposan pada tahun 2018 sebesar 0.213 Gg atau hanya sekitar 0.47% dari timbulan sampah. Zona pengomposan menghasilkan emisi gas rumah kaca CH₄ dan N₂O yang dapat dihitung menggunakan metode IPCC 2006. Tabel 4 menunjukkan bahwa emisi CH₄ meningkat menjadi 9.5×10^{-4} Gg pada tahun 2030. Hasil proyeksi N₂O juga mengalami peningkatan dimana tahun 2019 dihasilkan emisi N₂O sebesar 5.2×10^{-5} Gg dan pada tahun 2030 menjadi 5.7×10^{-5} Gg.

Tabel 3. Berat Sampah Tahun 2018-2030

Tahun	Timbulan sampah (ton/tahun)	Timbulan sampah (Ggram/Tahun)	Komponen Sampah (Ggram/Tahun)						
			Makanan	Taman	Kayu	Kertas	Nappies	Tekstil	Karet
2018	45,093.9	45.1	21.4	0.9	0.6	5.9	3.7	0.8	0.6
2019	45,524.7	45.5	21.6	1.0	0.6	5.9	3.7	0.8	0.6
2020	45,955.4	46.0	21.8	1.0	0.6	6.0	3.8	0.8	0.6
2021	46,386.2	46.4	22.0	1.0	0.6	6.1	3.8	0.8	0.6
2022	46,816.9	46.8	22.2	1.0	0.6	6.1	3.8	0.8	0.6
2023	47,247.8	47.2	22.4	1.0	0.6	6.2	3.9	0.8	0.6
2024	47,678.5	47.7	22.6	1.0	0.6	6.2	3.9	0.9	0.6
2025	48,109.3	48.1	22.8	1.0	0.6	6.3	3.9	0.9	0.6
2026	48,540.1	48.5	23.0	1.0	0.6	6.4	4.0	0.9	0.6
2027	48,970.9	49.0	23.2	1.0	0.6	6.4	4.0	0.9	0.6
2028	49,401.6	49.4	23.4	1.0	0.6	6.5	4.0	0.9	0.6
2029	49,832.5	49.8	23.6	1.0	0.6	6.5	4.1	0.9	0.7
2030	50,263.2	50.3	23.8	1.0	0.6	6.6	4.1	0.9	0.7

Sumber: Hasil Perhitungan 2019.



Gambar 4. Layout emisi gas rumah kaca TPA Talang Gulo

Tabel 4. Emisi Gas Rumah Kaca Zona Pengomposan

Tahun	Jumlah Sampah yang masuk ke Zona Pengomposan (Gg) (x10 ⁻¹)	Emisi CH ₄ (Gg CH ₄) (x10 ⁻⁴)	Emisi N ₂ O (Gg N ₂ O) (x10 ⁻⁵)
2018	2.1	8.5	5.1
2019	2.2	8.6	5.2
2020	2.2	8.7	5.2
2021	2.2	8.8	5.3
2022	2.2	8.9	5.3
2023	2.2	8.9	5.4
2024	2.3	9.0	5.4
2025	2.3	9.1	5.5
2026	2.3	9.2	5.5
2027	2.3	9.3	5.6
2028	2.3	9.3	5.6
2029	2.4	9.4	5.7
2030	2.4	9.5	5.7

Sumber: Hasil Perhitungan. 2019.

3. Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) CO₂ dari Alat Berat

Perhitungan emisi gas rumah kaca (GRK) dari aktivitas alat berat akan dilakukan berdasarkan metode IPCC 2006. Alat berat yang digunakan dalam pengelolaan sampah di TPA Talang Gulo terdiri dari *excavator* dan *bulldozer*. *Excavator* yang digunakan ada beberapa jenis yaitu CAT, Komatshu PC 200-6 dan Komatshu PC 200-8. Jenis Hitachi tidak digunakan dikarenakan dalam kondisi rusak berat. *Bulldozer* yang digunakan pada pengelolaan sampah hanya jenis Komatshu dikarenakan *bulldozer* jenis CAT sedang dilakukan perbaikan.

Estimasi emisi CO₂ membutuhkan data konsumsi bahan bakar, nilai kalor, dan faktor emisi. Besaran konsumsi bahan bakar yang digunakan oleh setiap peralatan dinyatakan dalam satuan liter. Dalam hal ini konsumsi bahan bakar diperoleh melalui total jam kerja alat selama melakukan pekerjaan dikalikan konsumsi bahan bakar per jam. Konsumsi bahan bakar per jam untuk

setiap alat diperoleh dari literatur karena data konsumsi bahan bakar sulit didapatkan.

Konsumsi bahan bakar yang digunakan berdasarkan penelitian Saefudin (2016) dimana penggunaan bahan bakar untuk *excavator* sebesar 20 L/jam dan *bulldozer* sebesar 21 L/jam. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa emisi gas rumah kaca yang dihasilkan sebesar 1.1 Gg CO₂/tahun dan diasumsikan sama hingga tahun 2030.

Pemetaan Emisi Gas Rumah Kaca

Jumlah emisi gas rumah kaca yang telah dihitung sebelumnya akan ditampilkan dalam bentuk *layout* emisi gas rumah kaca tempat pemrosesan akhir (TPA) Talang Gulo. Emisi yang dihasilkan akan dikonversi menjadi CO₂-eq. Untuk memudahkan dalam membandingkan dampak dari setiap emisi maka dipakai indeks potensi pemanasan global (*global warming potential*) seperti pada Gambar 4.

KESIMPULAN

Komposisi sampah Kota Jambi di tahun 2019 terdiri dari sampah makanan 47.4%, sampah kebun dan taman 2.1 %, sampah kayu 1.3 %, sampah kertas dan karton 13.1 %, sampah tekstil 1.8 %, sampah sampah *nappies* 8.2%, sampah karet dan kulit 1.3%, sampah plastik 20.6%, sampah logam 0.7%, sampah gelas 2.0%, dan sampah lain-lain 1.5%. Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan pada zona penimbunan, zona pengomposan dan alat berat. Emisi CH₄ di zona penimbunan sebanyak 4.7×10⁻² Gg tahun 2019 dan mencapai 16.6×10⁻² Gg pada tahun 2030. Zona pengomposan: emisi CH₄ dan N₂O dengan jumlah emisi masing-masing sebanyak 8.6×10⁻⁴ Gg dan 5.2×10⁻⁵ Gg pada tahun 2019. Tahun 2030 dihasilkan emisi CH₄ sebesar 9.5×10⁻⁴ Gg dan emisi N₂O sebesar 5.7×10⁻⁵ Gg. Emisi dari alat berat tahun 2019 sebesar 1.1 Gg CO₂.

DAFTAR PUSTAKA

- Bogner J, Pipatti R, Hashimoto R, Diaz C, Mareckova K, Diaz L, Kjeldsen P.S, Faaij A, Gao Q, Zhang T, Ahmed M.A, Sutamihardja. R.T.M, Gregory R. 2008. Mitigation of global GHG emissions from waste: conclusions and strategies from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report. *Working Group III (Mitigation). Waste Management Research* 26. 11–13.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. SNI 19-3964-1994. 1994. Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan. Jakarta (ID). Badan Standardisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. SNI 19-2454-2002. 2002. Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan. Jakarta (ID). Badan Standardisasi Nasional.
- Doorn M.R.J., Barlaz MA. 1995. *Estimate of Global Methane Emissions From Landfills And Open Dumps; Project Summary*. NC (US). Air and Energy Engineering Research Laboratory. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park..
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 5-Waste*. Prepared by The National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S.. Buendia. L.. Miwa. K.. Ngara. T. and Tanabe. K. (eds.). Japan: IGES.
- Kiswandayani A.T, Susnawati I.D, Wirosodarmo, Ruslan. 2016. Komposisi Sampah dan Potensi Emisi Gas Rumah Kaca pada Pengelolaan Sampah Domestik: Studi Kasus TPA Winongo Kota Madiun. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan* Vol. 2(3):9-17 Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II-volume I*. Jakarta (ID). KLH.
- Lestari J. A. 2017. *Strategi Adaptasi dan Mitigasi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (Grk) Sektor Transportasi Dan Sektor Persampahan di Kota Batu. Surabaya (ID)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mackie K. R, Cooper C.D. 2009. Landfill Gas Emission Prediction Using Voronoi Diagrams and Importance Sampling. *Environmental Modelling & Software* 24 :1223–1232.
- Prabowo S. P., Sri B. 2017. Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca yang Dihasilkan dari Pembakaran Sampah di Jawa Tengah. *Proceeding Biology Education Conference* Vol. 14 (1): 187-194. Oktober 2017.
- Saefudin A.H, Arif M, Puji W. 2016. *Kajian Penggunaan Alat-Alat Berat pada Proyek Pembangunan Jalan Raya Ditinjau dari Aspek Teknis dan Ekonomi {Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Tol BOCIMI (Bogor. Ciawi. Sukabumi)}*. Bogor (ID). Fakultas Teknik. Universitas Pakuan Bogor.
- Sugiyono. 2007. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung (ID). Alfabeta.
- [TPA] Tempat Pemrosesan Akhir Talang Gulo. 2018. *Laporan Bulanan Sampah TPA Talang Gulo*. Kota Jambi (ID).
- Triyono. 2018. *Teknik Sampling dalam Penelitian*. Palangkaraya (ID). Universitas Palangkaraya

Wijayanti. W.P. 2013. Peluang Pengelolaan Sampah Sebagai Strategi Mitigasi dalam Mewujudkan Ketahanan Iklim Kota Semarang. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*. Vol 9 (2): 152-16