KARAKTERISASI DAN ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA DARI SAMPAH PADAT KOTA DI TPA BAKUNG KOTA BANDAR LAMPUNG

***Characterization and Estimation of Greenhouse Gas Emissions from Municipal Solid Waste at Bakung Site Landfill, Bandar Lampung City.***

Dewi A. Iryani1, Muhammad Ikromi2, Dikpride Despa2, Udin Hasanudin3

*1 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik,Universitas Lampung, Bandar Lampung 35145*

*2Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,Universitas Lampung, Bandar Lampung 35145*

*3Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian,Universitas Lampung, Bandar Lampung 35145*

*Email*[*: dewi.agustina@eng.unila.ac.id*](mailto::%20dewi.agustina@eng.unila.ac.id)

***Abstract.*** *Municipal Solid Waste (MSW) which is disposed to unmanaged landfill site generates the large quantities of greenhouse gas (GHG) called landfill gas. This Landfill gas is composed from various kind of gases, one of those gases is Methane (CH4 ) that is 21 times more effective than carbon dioxide (CO2) which contributes to global warming. The number of methane gas generated from organic waste has different values depending on the waste characteristics. This study is aimed to calculate the GHG of Bakung landfill which is located at Bandar Lampung city by considering about the waste characterization using various laboratory testing and the default data of IPCC Inventory software 2006. The Results showed that the landfill is able to generate an average of 2,665 m3 Million methane during 2018 – 2032.*

Keywords*: Bakung landfill site, waste characteristic, greenhouse gas, methane*

*........................................................................................................................................................................................*

1. **Pendahuluan**

Sampah padat kota yang dibuang ke TPA akan mengalami proses dekomposisi secara anaerobik sehingga menghasilkan gas yang disebut gas *landfill* [1]. Gas *Landfill* atau LFG merupakan gas yang dihasilkan oleh mikroba pada saat bahan organik mengalami proses fermentasi dalam suatu keadaan anaerobik [2]. Komponen penyusun gas *landfill* terlihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Persentase kandungan gas *landfill* [3]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Gas Penyusun  LFG | Rumus Kimia | Kandungan (%) |
| 1 | Metana | CH4 | 40 – 60 % |
| 2 | Karbon dioksida | CO2 | 25 -50 % |
| 3 | Nitrogen | N2 | 3 – 15 % |
| 4 | Oksigen | O2 | 0 – 4 % |
| 5 | Hidrogen | H2 | 0 – 1 % |
| 6 | Argon | Ar | 0 – 0.4 % |
| 7 | Hydrogen sulfida | H2S | 0 – 200 ppm |
| 8 | Clorine | Cl | 0 – 200 ppm |
| 9 | Fluorine | F | 0 – 200 ppm |

Gas *landfill* termasuk kedalam kelompok Gas Rumah Kaca (GRK). Gas *landfill* yang terkumpul dari proses fermentasi anaerobik bahan organik tersebut akan menyebabkan meningkatnya suhu disekitar TPA, menimbulkan bau tidak sedap bahkan dapat memicu terjadinya ledakan. Gas metana yang terkandung pada gas *landfill* dapat dikelola dengan baik, sehingga dapat memberikan berbagai keuntungan seperti mengurangi efek rumah kaca dan kerusakan lingkungan bahkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar alternatif. Berdasarkan potensi gas metana tersebut maka perlu dilakukan perhitungan potensi emisi gas rumah kaca keseluruhan yang dihasilkan dari suatu tempat pembuangan akhir.

Emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari timbunan sampah padat kota di TPA akan berbeda-beda jumlahnya tergantung dari jenis dan karakteristik masing-masing sampah. Untuk menghitung nilai emisi Gas Rumah Kaca dari TPA maka komposisi sampah padat kota perlu diketahui. Komposisi ini akan bervariasi tergantung dengan tipe kota (metropolitan, kota besar, atau kota kecil), iklim (kelembaban dan curah hujan) dan perilaku/gaya hidup masyarakat di wilayah tersebut. Idealnya komposisi sampah masuk TPA diukur di masing-masing TPA, mengingat TPA memiliki karakteristik yang berbeda satu dengan yang lainnya [4]. Secara umum, komposisi sampah dibagi menjadi 9 jenis antara lain sampah sisa makanan, kertas, *disposable* *nappies*, kayu, kain dan tekstil, karet/kulit, plastik, logam, gelas dan sampah jenis lain.

Dewasa ini, telah dikembangkan berbagai macam metode perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca dari suatu tempat pembuangan akhir. Mor et al. (2006), telah menghitung dan menetapkan karakteristik sampah serta pengaruhnya terhadap emisi gas rumah kaca, namun penelitian ini hanya menitik beratkan pada karakteristik sampah TPA dengan kedalaman tertentu dan belum dapat menentukan karakteristik sampah untuk masing-masing jenis sampah. Sedangkan Purwanta (2009), Abadi (2013) dan Mavrotas et al. (2013) telah melakukan perhitungan emisi gas rumah kaca dengan mengklasifikasikan sampah padat kota menjadi beberapa kategori. Namun, penelitian ini tidak mengkaji secara langsung karakteristik sampah padat kota dan data yang digunakan masih merupakan data karakteristik default IPCC sehingga perhitungan emisi gas rumah kaca yang didapatkan memiliki tingkat akurasi yang rendah.

Untuk menjamin tingkat akurasi dari hasil perhitungan GRK, berbagai penelitian sebelumnya telah mencoba menggunakan *software* sebagai alat bantu yang presisi. Kumar et al. (2014) melakukan perhitungan emisi gas rumah kaca dengan menggunakan software landGEM version 3.02 namun *software* yang digunakan memiliki kelemahan dikarenakan hanya dapat menghitung emisi GRK dari jumlah penduduk dan jumlah *refuse landfill* sedangkan dalam perhitungannya, karakteristik sampah padat kota diabaikan, padahal sifat dan karakteristik dari sampah padat kota akan sangat berpengaruh terhadap jumlah GRK yang dihasilkan dari TPA.

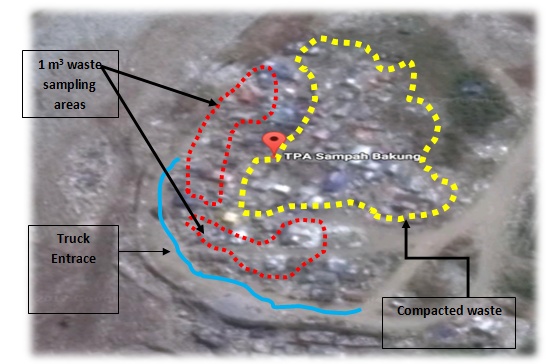
Berdasarkan studi pustaka yang telah disebutkan diatas, penelitian ini difokuskan pada perhitungan potensi emisi GRK berdasarkan sifat karakteristik sampah padat kota. Karakteristik sampah dianalisis dengan menghitung jumlah *Degradable Organic Carbon* dari masing-masing jenis sampah padat kota sehingga data karakteristik tersebut dapat digunakan sebagai input parameter dalam *software* IPCC Inventory 2006 dan akan didapatkan hasil perhitungan potensi GRK yang sesuai dengan sifat dan karakteristik sampah TPA Bakung Kota Bandar Lampung.

**II. Metode Penelitian**

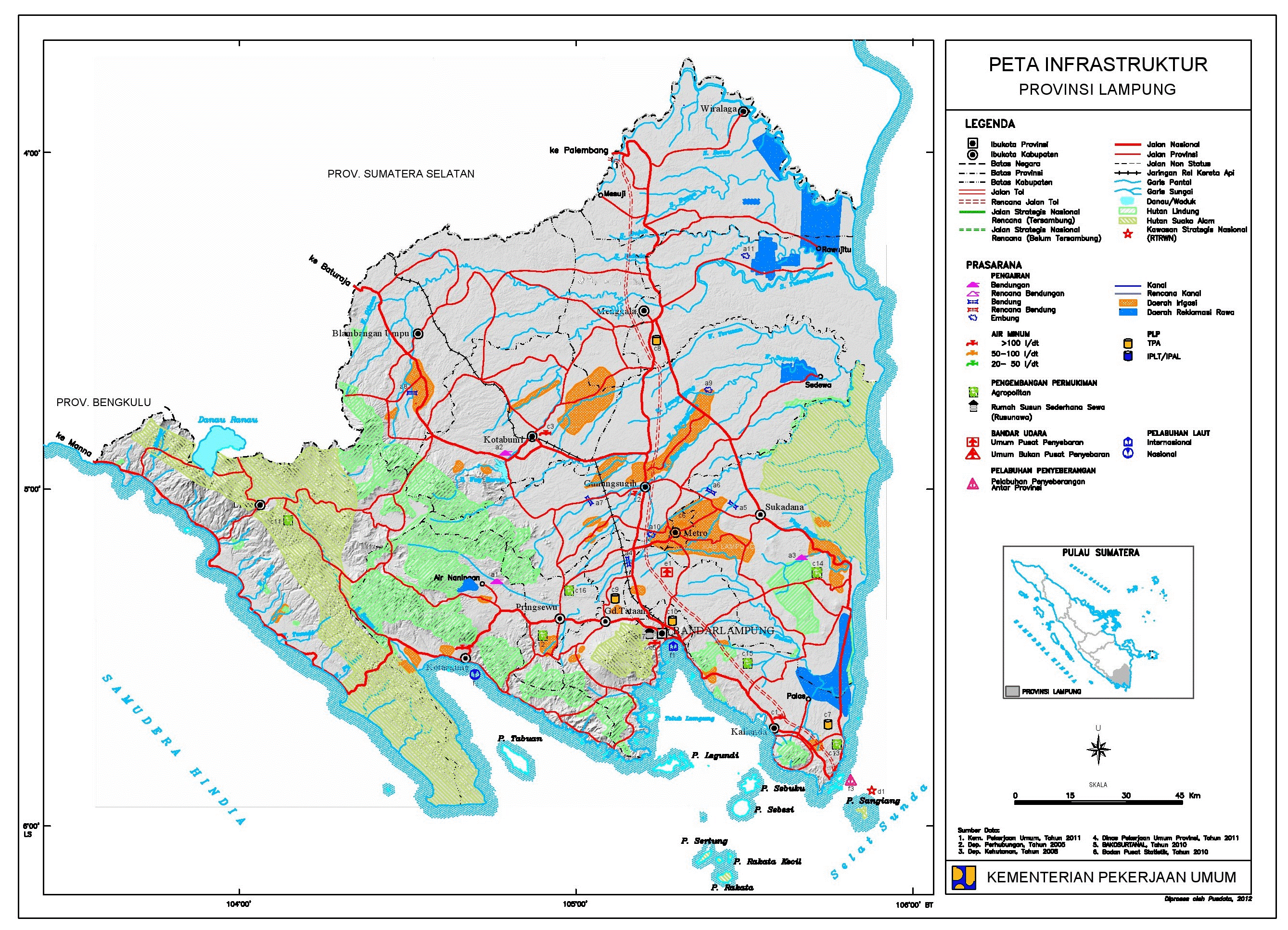
2.1 Spesifikasi Lokasi

TPA Bakung merupakan satu-satunya TPA di Kota Bandar Lampung yang telah didirikan sejak Tahun 1994. Luas total lahan yang digunakan sebagai lokasi pembuangan sampah adalah 14 Ha dimana lahan tersebut merupakan jenis lahan dengan permukaan datar dan kedalaman lahan < 5m sehingga dikategorikan kedalam TPA jenis dangkal (*Shallows)*.

Awal mulanya TPA Bakung direncanakan untuk mengadopsi sistem *sanitary landfill*, namun karena berbagai kendala seperti kurangnya tenaga ahli, sarana, prasarana, serta pendanaan menyebabkan TPA Bakung beralih menjadi sistem *open dumping* dimana sampah padat kota yang ada hanya dihamparkan pada lahan terbuka tanpa adanya pengelolaan lebih lanjut. Adapun peta dan area TPA Bakung Kota Bandar lampung diperlihatkan pada gambar 2.1 sebagai berikut:







Gambar 2.1 TPA Plotting Area Bakung Kota Bandar Lampung

Tabel 2.1 Profil TPA Bakung Kota Bandar Lampung

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Nama TPA | TPA Bakung |
| 2 | Lokasi | Kota Bandar Lampung |
| 3 | Dinas Pengelola | Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Provinsi Lampung |
| 4 | Tahun didirikan | 1994 |
| 5 | Tahun penutupan | - |
| 6 | Luas Lahan | 14 Ha |
| 7 | Tipe TPA | *Unmanaged (Open Dumping)* |
| 8 | Tipe kedalaman TPA | < 5 m (*Shallows* *Landfill*) |
| 9 | Jumlah karyawan / pengelola | 23 orang |
| 10 | Jenis dan Jumlah kendaraan angkutan | 93 unit |
|  |  | * Dump Truck (67 unit) * Amroll Truck (24 unit) * Mobil Engkel (2 unit) |
| 14 | Pengolahan Air Lindi | Tidak ada |

2.2 Metode Sampling Komposisi Sampah

Komposisi sampah ditentukan berdasarkan standar SNI 19-3964-1994 dimana basis volume sampel sampah yang diambil adalah 1 m3. Sampel diambil secara acak pada 6 area dengan titik warna merah yang ditunjukan pada Gambar 2.2 Sampling sampah diambil pada lokasi dimana truk menumpahkan sampah segar yang belum dipisahkan oleh pemulung maupun proses pemadatan yang dilakukan oleh alat berat.

Pengambilan sampah menggunakan kotak berukuran 50 x 20 x 25 cm sebanyak 40 kali pada 6 lokasi berbeda. Selanjutkan, sampah diklasifikasikan menjadi 11 kategori yaitu sampah sisa makanan, taman, kayu, kertas, *nappies*, karet/kulit, kain/tekstil, plastik, logam, gelas/kaca dan sampah jenis lain. Sampah yang telah diklasifikasi tersebut ditimbang beratnya masing-masing dan dihitung persentase komposisinya dengan menggunaan persamaan berikut:

(2.1)

Sisa makanan





 lokasi 1

20 cm

Kertas





lokasi 2 

Nappies



Kayu

 lokasi 3



Taman

lokasi 4 ****

Waste Sampling Box

25 cm

Karet/Kulit

Kain/Tekstil





 lokasi 5

Plastik



Logam

lokasi 6

I m3 = 40 x proses sampling

50 cm





Gelas/Kaca

Lain-lain

Gambar 2.2 Skema metode sampling karakteristik sampah

2.3 Metode Analisis Laboratorium

Uji laboratorium mencangkup uji kadar air, abu serta kandungan *decomposible carbon* untuk selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai *Degradable Organic Carbon* (% berat basah).

* + 1. Perhitungan Kadar Air Sampah Padat Kota

Kadar air untuk setiap kategori sampah dihitung dan dianalisis sesuai dengan standar SNI 19-2891- 1992. Timbang dan siapkan sekitar 200 gram sampel dari masing-masing kategori sampah, lalu dikeringkan dengan oven selama 2 jam dengan suhu 105 °C. Sampel yang sudah dikeringkan kemudian dikeluarkan dari oven dan dimasukan kedalam desikator. Sampel ditimbang kembali dan prosedur diulangi sampai diperoleh bobot konstan. Setelah didapatkan nilai bobot konstan dari setiap kataegori sampah maka dilakukan perhitungan kadar air menggunakan persamaan berikut:

(2.2)

Dimana:

*WCi* = persentase kadar air dalam sampah kategori-i.

*BAi*  = berat awal sampel sampah-i.sebelum dikeringkan.

*BKi*  = bobot konstan sampel sampah-i

* + 1. Perhitungan Kadar Abu (*Ash Content*) Sampah Padat Kota

Prosedur dan metode analisis kadar abu dilakukan berdasarkan standar SNI 0442:2009. Cawan porselen kosong dipanaskan kedalam tanur selama 30 menit dengan suhu 525 °C. cawan tersebut kemudian didinginkan kedalam desikator dan ditimbang sampai diperoleh berat konstan (A).

Sampel untuk masing-masing kategori sampah dimasukan kedalam cawan porselen yang sudah diketahui bobot kontannya, lalu ditimbang menggunakan neraca analitik (B). Cawan yang berisi sampel tersebut kemudian dimasukan kedalam tanur selama 3 jam dengan suhu 525 °C. Setelah selesai, dinginkan cawan berisi abu kedalam desikator dan ulangi prosedur sampai didapatkan berat konstan (C).

Setelah didapatkan nilai bobot konstan, maka persentase kadar abu untuk masing-masing kategori sampah dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

Dimana:

*ACi* = persentase kadar abu dalam sampah kategori-i.

*Ci*= berat cawan dan abu pada kategori sampel

sampah-i.

*Ai* = berat cawan kosong

*Bi*= berat awal sampel sampah-i dalam cawan.

Setelah didapatkan persentase kadar abu dan kadar air, maka persentase berat kering untuk masing-masing kategori sampah padat kota TPA Bakung dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

(2.4)

2.3.3 Perhitungan *Degradable Organic Carbon* (DOC) Sampah

DOC merupakan karakteristik yang berperan besar dalam menentukan emisi gas metana yang terbentuk dari proses degradasi sampah. Dalam penelitian ini, DOC akan dihitung menggunakan Elementer Analysis Vario El Cube: <0,1% abs. 0,2 – 200 mg *sample volume capacity*. 1200°C, 20mg150s method. Proses DOCi-berat kering yang dilakukan hanyalah pada sampah organik jenis sisa makanan, sampah taman dan sampah kain/tekstil, sedangkan untuk DOCi-berat kering sampah lainnya menggunakan data *default* IPCC 2006.

Hal ini dikarenakan sampah taman, kain/tekstil dan sampah sisa makanan merupakan sampel yang menunjukan identitas TPA Bakung sehingga DOCi-berat kering nya tidak dapat disamakan dengan DOCi standar IPCC.

Setelah didapatkan persen kandungan DOCi-berat kering untuk masing-masing sampel, maka DOCi-beratbasah dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

(2.5)

2.4 Metode Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Kota

Perhitungan potensi gas *landfill* dan metana dilakukan pada rentang tahun 2017 – 2032. Terraza, 2009 yang menyebutkan bahwa suatu TPA akan terus mengemisikan gas *landfill* dalam waktu kurang lebih 15 tahun. Oleh sebab itu penelitian ini akan memproyeksikan potensi emisi GRK TPA Bakung terhitung dari tahum 2017 sampai dengan 2032 dimana proyeksi populasi penduduk dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

(2.6)

Dimana P0 merupakan jumlah penduduk tahun dasar sesuai dengan data terakhir yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Lampung, r adalah laju pertumbuhan penduduk dan t merupakan rentan waktu antara tahun dasar

sampai dengan tahun ke-t.

* 1. **Metode Estimasi Timbunan Sampah Padat Kota**

Jumlah sampah yang dibuang oleh satu orang penduduk kota Bandar Lampung adalah berdasarkan data IPCC 2012 yang menyatakan bahwa untuk kota sedang, jumlah sampah yang dibuang satu orang penduduk adalah sebesar 0,2 ton/tahun. Namun, nilai tersebut dianggap belum mendekati kondisi aktual sehingga jumlah sampah yang dibuang untuk satu orang penduduk kota dihitung menggunakan persamaan berikut:

(2.7)

Maka Jumlah sampah yang dibuang dalam satu hari/penduduk kota dinyatakan dengan persamaan berikut:

(2.7)

Maka besarnya volume sampah Kota Bandar Lampung untuk tahun-k dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

(2.8)

Setiap penduduk Kota Bandar Lampung menghasilkan sampah sebesar 0,16 ton pertahun atau 0,43 kg perhari sehingga dengan menggunakan asumsi ini volume sampah dapat dihitung dalam jangka waktu satu tahun ataupun satu hari.

2.6 Metode Perhitungan Emisi GRK

Emisi GRK yang dihasilkan dari suatu TPA dihitung menggunakan persamaan *first order decay* yang ditetapkan oleh *software* IPCC *Inventory* 2006. Adapun parameter perhitungan GRK yang dibutuhkan antara lain jumlah DOC sampah, fraksi DOC dalam keadaan anaerobik (DOCf), faktor koreksi gas metana (MCF), fraksi metana dalam gas *landfill* (f) serta konstanta reaksi pembentukan metana (k) sehingga jumlah masa sampah yang memberikan kontribusi terhadap emisi GRK dinyatakan dalam persamaan berikut:

(2.9)

Dimana Wk merupakan jumlah sampah padat kota pada tahun ke-k. Sehingga jumlah gas metana yang diemisikan dari suatu TPA dinyatakan dengan persamaan berikut:

(2.10)

Sehingga dengan persamaan (2.10) besarnya gas metana yang dibangkitkan dari TPA yang dinyatakan dalam banyaknya laju timbunan sampah pada tahun-k adalah:

(2.11)

Dimana

(2.12)

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

3.1 Proyeksi jumlah penduduk

Tahun 2015 digunakan sebagai tahun dasar dalam memproyeksi jumlah penduduk Kota Bandar Lampung sesuai dengan hasil sensus penduduk terbaru yang dikeluarkan oleh BPS Provinsi Lampung.

Laju pertumbuhan penduduk kota bandar lampung adalah sebesar 1,94% pertahun, sehingga dengan mengetahui bahwa jumlah penduduk pada tahun 2015 adalah 979.287 jiwa maka dengan menggunakan Persamaan (2.6) jumlah penduduk kota Bandar Lampung sampai dengan tahun 2032 diperlihatkan pada Gambar 3.1 sebagai berikut.

Gambar 3.1 Proyeksi penduduk Bandar Lampung 2015 - 2032

Gambar 3.1 menunjukan jumlah penduduk Kota Bandar Lampung pada tahun 2032 mencapai nilai 1.361.885 jiwa. Hal ini berarti bahwa dari tahun 2017 – 2032 Kota Bandar Lampung akan mengalami peningkatan jumlah penduduk sebesar 382.598 jiwa. Hal ini sesuai dengan BAPPENAS, (2015) yang menyatakan bahwa pertumbuhan penduduk kota Bandar Lampung akan meningkat dengan cukup signifikan sebagai dampak dari pembangunan kota, perkembangan ekonomi penduduk serta peran Kota Bandar Lampung sebagai kota metropolitan dan sekaligus jalur hubung antara pulau sumatra – jawa.

* 1. Laju Timbulan Sampah TPA Bakung

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya apabila setiap penduduk menghasilkan 0,16 Ton sampah setiap tahun dan hanya 80% dari jumlah tersebut yang dibuang ke TPA, maka dengan menggunakan Persamaan 2.8, besarnya volume sampah padat kota yang dibuang ke TPA Bakung dari tahun 2017 – 2032 diperlihatkan pada Gambar 3.2.

Terlihat dari Gambar 3.2 bahwa masih cukup banyak sampah padat kota yang tidak terangkut ke TPA Bakung. Hal ini disebabkan karena sebagian penduduk Kota Bandar Lampung lebih cenderung membuang, membakar ataupun memusnahkan sampah ke lahan kosong dihalaman rumah atau disekitar area pemukiman. Selain itu, sebagian penduduk masih membuang sampah pada tepat-tempat yang tidak semestinya seperti sungai, sehingga menyebabkan jumlah sampah yang terangkut ke TPA Bakung menjadi berkurang.

Gambar 3.2Perbandingan jumlah sampah terangkut ke TPA Bakung

dan jumlah sampah yang dikelola dengan cara lain

3.3 Karakteristik sampah TPA Bakung.

Komposisi sampah TPA Bakung Kota Bandar Lampung dibedakan menjadi 9 jenis yaitu sampah sisa makanan, sampah taman, kertas/karton,nappies, kayu, tekstil, karet dan kulit, plastik logam, gelas dan sampah jenis lain namun sampah plastik, logam dan gelas adalah jenis sampah anorganik yang tidak dapat terdekomposisi. Data karakteristik sampah untuk TPA Bakung Kota Bandar Lampung ditunjukan pada Tabel 3.1. Terlihat dari Tabel 3.1 bahwa sampah sisa makanan, nappies dan sampah taman memiliki kandungan kadar air yang tinggi yaitu 53%, 54% dan 69,2%. Hal ini disebabkan karena mayoritas sampah yang ditemukan di TPA Bakung adalah berupa sayuran, buah, sisa pangan, sampah daun, rumput serta tanaman yang memiliki kadar air tinggi. Demikian juga untuk kategori sampah nappies, dominasi sampah yang ditemukan adalah berupa diapers dan *tissue* yang bersifat menyerap air. Keadaan TPA Bakung yang lembab dan pengaruh musim penghujan pada saat pengambilan sampel juga menyebabkan tingginya kandungan air pada beberapa kategori sampah.

Tabel 3.1 Data karakteristik sampah TPA Bakung Bandar Lampung

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Jenis sampah | Komposisi Berat Basah (%) | % kadar air | % kadar abu | % kandungan berat kering | DOCi  (% dalam berat kering) | DOCi  (% dalam berat basah) |
| Sisa makanan | 61,9 | 53,50 | 11,77 | 34,73% | 32,26% | 0,112 |
| Kertas /karton | 4,65 | 35,36 | 3,06 | 61,58% | 44% | 0,270 |
| Nappies | 4,19 | 54,16 | 2,03 | 43,81% | 60% | 0,262 |
| Sampah taman | 2,81 | 69,23 | 1,23 | 29,54% | 23,94% | 0,070 |
| Kayu | 0,94 | 11,66 | 5,2 | 83,14% | 50% | 0,415 |
| Karet & Kulit | 0,075 | 40 | - | 60% | 39% | 0,234 |
| Kain/Tekstil | 6,77 | 13,33 | 0,34 | 86,36% | 29,30% | 0,253 |
| Plastik | 14,47 | - | - | - | - | - |
| Logam | 0,78 | - | - | - | - | - |
| Gelas/kaca | 3,35 | - | - | - | - | - |
| Lain-lain | - | - | - | - | - | - |

Berdasarkan uji laboratorium menggunakan *Ultimate Analyzer Value* maka didapatkan data komposisi kimia untuk sampah kategori sisa makanan, taman dan kain/tekstil dari TPA Bakung seperti yang ditunjukan pada Tabel 3.2. Sedangkan data dan persentase komposisi untuk 11 kategori sampah tersebut digambarkan pada diagram *pie* seperti yang terlihat pada Gambar 3.3.

Tabel 3.2. Komposisi kimia sampah TPA Bakung

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Jenis sampah | N (%) | C (%) | H (%) | O (%) | C/N ratio | C/H ratio |
| Sisa Makanan | 2,52 | 32,26 | 0,76 | 64,46 | 13,10 | 44,10 |
| Taman | 0,73 | 23,94 | 0,46 | 25,13 | 32,49 | 52,06 |
| Kain/Tekstil | 0,48 | 29,30 | 0,53 | 69,69 | 61,11 | 54,88 |

Gambar 3.3 Persentase komposisi sampah spesifik TPA Bakung

Sampah sisa makanan adalah sampah dengan persentase terbanyak yaitu 61,9%. Sedangkan 38,1% sisanya terbagi atas sampah taman 2,81%, kayu 0,94%, tekstil 6,77%, nappies dan kertas masing-masing 4,65% dan 4,19% serta sampah anorganik seperti plastik, kaca/gelas dan logam dengan total persentase sebesar 18,675%. Banyaknya sampah sisa makanan disebabkan oleh berbagai faktor seperti tingkat perekonomian dan pendapatan penduduk kota hal ini sesuai dengan penelitian yang dinyatakan oleh Tri Astuti (2011) bahwa masyarakat dengan tingkat ekonomi menengah akan lebih banyak menghasilkan sampah sisa makanan (77%) dibandingkan dengan masyarakat ekonomi atas (64,07%) dan masyarakat ekonomi bawah (64,38%). Jumlah total pertahun masing-masing kategori sampah yang dibuang ke TPA Bakung Bandar Lampung ditunjukan pada Tabel 4.4.

Tabel 3.3 Jumlah sampah TPA Bakung berdasarkan komposisi

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tahun | Komposisi Sampah (Ton) | | | | | | |
| Sisa makanan | Taman | Kertas | Kayu | Tekstil | Nappies | Total |
| 2017 | 80.661 | 3.662 | 6.059 | 1.225 | 8.822 | 5.460 | 130.308 |
| 2018 | 82.241 | 3.733 | 6.178 | 1.249 | 8.995 | 5.567 | 132.861 |
| 2019 | 83.852 | 3.807 | 6.299 | 1.273 | 9.171 | 5.676 | 135.463 |
| 2020 | 85.494 | 3.881 | 6.422 | 1.298 | 9.351 | 5.787 | 138.117 |
| 2021 | 87.169 | 3.957 | 6.548 | 1.324 | 9.534 | 5.900 | 140.822 |
| Tabel 3.3 Jumlah sampah TPA Bakung berdasarkan komposisi (lanjutan) | | | | | | | |
| Tahun | Komposisi Sampah (Ton) | | | | | | |
| Sisa makanan | Taman | Kertas | Kayu | Tekstil | Nappies | Total |
| 2022 | 88.877 | 4.035 | 6.677 | 1.350 | 9.720 | 6.016 | 143.581 |
| 2023 | 90.618 | 4.114 | 6.807 | 1.376 | 9.911 | 6.134 | 146.394 |
| 2024 | 92.393 | 4.194 | 6.941 | 1.403 | 10.105 | 6.254 | 149.261 |
| 2025 | 94.203 | 4.276 | 7.077 | 1.431 | 10.303 | 6.377 | 152.185 |
| 2026 | 96.048 | 4.360 | 7.215 | 1.459 | 10.505 | 6.501 | 155.167 |
| 2027 | 97.930 | 4.446 | 7.357 | 1.487 | 10.711 | 6.629 | 158.206 |
| 2028 | 99.848 | 4.533 | 7.501 | 1.516 | 10.920 | 6.759 | 161.305 |
| 2029 | 101.804 | 4.621 | 7.648 | 1.546 | 11.134 | 6.891 | 164..465 |
| 2030 | 103.798 | 4.712 | 7.797 | 1.576 | 11.352 | 7.026 | 167.687 |
| 2031 | 105.832 | 4.804 | 7.950 | 1.607 | 11.575 | 7.164 | 170.972 |
| 2032 | 107.904 | 4.898 | 8.105 | 1.638 | 11.801 | 7.304 | 174.321 |

3.5 Emisi GRK TPA Bakung

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.10 serta dengan memperhatikan sifat dan karakteristik masing-masing kategori sampah padat kota TPA Bakung maka didapatkan potensi emisi gas metana yang dinyatakan dalam satuan kg. Sehingga, untuk menghitung jumlah emisi gas metana dalam satuan volumetrik (m3) digunakan persamaan sebagai beikut:

(3.1)

Diketahui bahwa masa jenis gas metana . Hal ini menunjukan bahwa 1 m3 gas metana adalah setara dengan 0,656 kg. sehingga proses konversi satuan kg menjadi m3 dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

(3.2)

Dimana:

V = volume gas metana (m3)

*ρ* = massa jenis gas metana (kg/m3)

*m =*  masa gas metana (kg)

maka besarnya gas metana yang dibangkitkan dari tahun 2017 – 2032 dalam satuan kg dan m3 diperlihatkan pada Tabel 3.4 sebagai berikut:

Tabel. 3.4 Emisi gas rumah kaca TPA Bakung.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tahun | Gas Metana  (Kg) | Gas Metana  (m3) |
| 2017 | 0 | 0 |
| 2018 | 517.193 | 788.404 |
| 2019 | 889.406 | 1.355.801 |
| 2020 | 1.163.883 | 1.774.212 |
| 2021 | 1.372.366 | 2.092.021 |
| 2022 | 1.536.194 | 2.341.759 |
| 2023 | 1.669.734 | 2.545.326 |
| 2024 | 1.782.670 | 2.717.484 |
| 2025 | 1.881.542 | 2.868.205 |
| 2026 | 1.970.784 | 3.004.244 |
| 2027 | 2.053.408 | 3.130.195 |
| 2028 | 2.131.474 | 3.249.199 |
| 2029 | 2.206.401 | 3.363.416 |
| 2030 | 2.279.174 | 3.474.350 |
| 2031 | 2.350.484 | 3.583.055 |
| 2032 | 2.420.833 | 3.690.295 |

Gambar 3.4 memperlihatkan potensi gas metana yang dibangkitkan dari TPA Bakung untuk setiap tahun nya memiliki nilai yang cukup besar dan jumlahnya terus bertambah setiap tahun. Volume gas metana yang terkumpul pada tahun 2018 saja memcapai nilai 788.404 m3 dan terus meningkat setiap tahunnya. namun, apabila diperhatikan terlihat bahwa peningkatan volume gas metana yang paling signifikan terjadi pada tahun 2018 sampai dengan tahun 2019 dimana terjadi penambahan volume gas metana sebesar 567.397 m3 dari tahun sebelumnya. sedangkan pada tahun 2020 penambahan produksi gas hanya sebesar 418.411 3 dari tahun 2019. Penambahan volume gas metana untuk tahun-tahun berikutnya terlihat tidak terlalu signifikan. Hal ini sesuai dengan penelitian Raissa (2015) yang menyatakan bahwa peningkatan emisi gas metana yang dibangkitkan dari TPA akan berkurang. Hal ini disebabkan karena sampah di TPA akan memasuki fase maturasi sehingga kecepatan pembentukan gas akan berkurang, menipisnya materi organik serta terjadinya reduksi materi organik oleh air lindi (*leachate*).

jumlah rata-rata gas *landfill* adalah sebesar 2.731.827,7 Kg/tahun dengan kandungan gas metana yang dihasilkan dari TPA Bakung selama tahun 2017-2032 adalah sebesar 1.639.096,62 kg.

Gambar 3.4 Potensi gas metana TPA Bakung

**IV. KESIMPULAN**

Data pesifik lebih spesifik unntuk TPA Kota Bandar Lampung. Karakteristik sampah TPA yang ada akan menghasilkan perhitungan emisi GRK yang lebih akurat. Hal ini dikarenakan karakteristik sampah yang ada akan mendeskripsikan keseluruhan sampah yang tertimbun dari suatu TPA. Besarnya potensi gas metana yang dihasilkan TPA Bakung Kota Bandar Lampung adalah sebesar 517,193 Ton pada tahun 2018 dan 2.420,8 Ton pada tahun 2032. Berdasarkan potensi emisi gas metana tersebut, maka perlu dilakukan kajian mengenai energi listrik yang dapat dibangkitkan dari TPA Bakung sebagai alternatif pembangkit listrik ramah lingkungan.

**Ucapan Terimakasih**

Ucapan terimakasih penulis diberikan kepada BPLHD Provinsi Lampung, Laboratorium Pengolahan Limbah Agroindustri Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (THP), dan Laboratorium Kimia Terapan Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung yang telah memfasilitasi penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan baik.

**REFERENSI**

[1] Terraza, H., H. Willumsen, 2009. Guidance note on LFG capture and utilization. Inter-American Depelopment Bank,USA.

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

[3] Rizal, M. 2011. Analisis pengelolaan persampahan perkotaan (Sudi kasus pada Kelurahan Boya Kecamatan Banawa Kabupaten Donggala). *SMARTek* Journal Publication. Vol.9 No.2, pp. 155–172.

[4] Kementrian Lingkungan Hidup RI, 2012. Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Buku III, vol. 4. Jakarta.

[5] Mor, S., K. Ravindra, et all. 2006. Municipal solid waste characterization and its assessment for potential methane generation: A case study. Science of the Total Environment journal 371(2006) pp. 1-10.

[6] Mavrotas, George., Sotiria Skoulaxinou et all.2013. A multi-objective programming model for assessment the GHG emission in MSW management. Waste Management journal 33(2013). Pp 1934 – 1940.

[7] Kumar A., K., M.P. Sharma, 2014. GHG emission and carbon sequestration potential from MSW of Indian metro cities. Urban climatate journal. Elsevier: pp 1-12.

[8] Purwanta, Wahyu., 2009. Perhitungan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari sektor sampah perkotaan di indonesia. Jurnal Teknologi Lingkungan. Vol 10. No.1. pp 01-08.

[9] Abadi, B. A., W. Herumurti, 2013. Perhitungan emisi karbon pengelohan sampah Kota Probolinggo. Jurnal Teknik POMITS. Vol 2. No.1 . pp 2301 – 9271.

[10] Ramadhani, T.A., 2011. Analisis timbulan dan komposisi sampah rumah tangga di Kelurahan Mekar Jaya (Depok) dihubungkan dengan tingkat pendapatan, pendidikan, pengetahuan,sikap perilaku masyarakat. Skripsi. Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Indonesia, Depok.

[11] Kementrian Perencanaan Pembangunan Nasional. <http://bappenas.go.id/> diakses pada 22 januari 2017.

[12] Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. <http://lampung.bps.go.id/> diakses pada 22 Februari 2017.

[13] Raissa, S. M., Gabriel S.B., A. Kristanto., E. Novita, 2014. Pengaruh pemadatan terhadap profil konsentrasi gas metana pada kolom reaktor dengan media kompos dalam fungsinya sebagai biocover di Landfill. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil, Universitas Indonesia.