

## **ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA BERDASARKAN PENIMBUNAN SAMPAH DI TPA GILI TRAWANGAN**

**Siska Ita Selvia<sup>12\*</sup>, Lalu Arifin Aria Bakti<sup>12</sup>, Sukartono<sup>12</sup>, Bambang Hari Kusumo<sup>12</sup>,  
Suwardji<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No.62,  
Gomong, Kec. Selaparang Mataram, Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Penelitian Lingkungan dan Perubahan Iklim Universitas Mataram, Jl. Majapahit No.62,  
Gomong, Kec. Selaparang Mataram, Indonesia

\*e-mail: siskaitaselvia@unram.ac.id

*diterima: 3 April 2025; direvisi: 12 April 2025; disetujui: 21 April 2025*

### **ABSTRAK**

Gili Trawangan sebagai salah satu dari gugusan pulau kecil di Provinsi Nusa Tenggara Barat menghadapi permasalahan serius dalam pengelolaan persampahan yang tertimbun di landfill dengan metode pembuangan open dumping dengan hanya menimbun tanpa adanya pengurukan dan pengolahan lainnya. Akibatnya, TPA Gili Trawangan sering mengalami kebakaran dan ledakan yang mengindikasikan timbunan sampah tersebut mengandung gas. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur potensi gas yang tersimpan pada tumpukan sampah Landfill TPA Gili Trawangan dan menentukan strategi pengembangan potensi gas metan menjadi alternatif energi terbarukan bagi pulau kecil. Emisi GRK (Gas Rumah Kaca) dari tempat pembuangan sampah tidak dapat ditekan bahkan dengan kemajuan teknologi, namun pelepasan metana ke atmosfer dapat dikurangi secara signifikan dengan pengumpulan gas metana. Kandungan gas metana sampah di TPA Gili Trawangan dapat disimpulkan bahwa titik puncak total produksi gas metana terjadi pada tahun 2024 mencapai maksimalnya sebesar 192,23 MWh/tahun dalam bentuk energi listrik dan dalam bentuk gas sebanyak 216 kg elpiji/hari. Angka potensi energi yang diperoleh tersebut berasal dari potensi timbunan gas metana di tahun yang sama sejumlah 172.100 m<sup>3</sup>/tahun berdasarkan hasil pemodelan menggunakan software LandGEM. Oleh karena itu, potensi gas metan yang tersimpan pada timbunan sampah dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif, ataupun sebagai awalan bagi pengambilan kebijakan untuk pengelolaan sampah organik yang memicu pembentukan gas metan.

**Kata Kunci: gas metan, gili trawangan, landGEM, sampah**

### ***ESTIMATION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS BASED ON WASTE DISPOSAL AT GILI TRAWANGAN LANDFILL***

#### **ABSTRACT**

Gili Trawangan, one of the small island clusters in West Nusa Tenggara Province, faces serious problems in managing waste piled up in landfills with the open dumping method by only piling up without any backfilling or other processing. As a result, the Gili Trawangan TPA often experiences fires and explosions, indicating that the waste piles contain gas. This study aims to measure the potential gas stored in the piles of waste at the Gili Trawangan TPA Landfill and determine a strategy for developing methane gas potential as an alternative renewable energy for small islands. GHG emissions from landfills cannot be reduced even with technological advances, but the release of methane into the atmosphere can be significantly reduced by collecting methane gas. The methane gas content of waste at the Gili Trawangan TPA can be concluded that the peak of total methane gas production will occur in 2024, reaching a maximum of 192.23 MWh/year in the form of electrical energy and the form of gas as much as 216 kg of LPG/day. The potential energy figures obtained come from the potential of methane gas deposits in the same year of 172,100 m<sup>3</sup>/year based on modeling results using LandGEM software. Therefore, the potential of methane gas stored in waste piles can be used as an alternative energy source or as a starting point for policy-making for managing organic waste that triggers the formation of methane gas.

**Keywords: gili trawangan, landGEM, methane gas, waste**

## PENDAHULUAN

Permasalahan sampah di Pulau Kecil semakin menekan kemampuan dan daya dukung lingkungan dengan berbagai macam keterbatasan. Gili Trawangan sebagai salah satu Pulau Kecil di Provinsi Nusa Tenggara Barat terus mengalami berbagai kendala dalam pengelolaan sampah yang tak bisa dihindari. Pengelolaan sampah di negara berkembang, termasuk Indonesia dan juga Gili Trawangan lebih banyak dilakukan dengan kegiatan penimbunan saja pada tempat pembuangan sampah terbuka tanpa adanya pengelolaan (Mihajlović *et al.*, 2022). Berdasarkan data dari Kantor Desa Gili Indah, menunjukkan bahwa pada kurun waktu 5 tahun terakhir terdapat penambahan penduduk di Gili Trawangan kurang lebih 218 jiwa. Kenaikan laju jumlah penduduk didukung dengan kenaikan jumlah wisatawan paska kejadian gempa di Tahun 2018 dan Pandemi Covid-19 di Tahun 2020-2021. Gili Trawangan memiliki jumlah penduduk maupun wisatawan tertinggi dibandingkan dua gili lainnya dalam satu gugusan kepulauan tentunya memiliki konsekuensi pada penurunan daya dukung lingkungan akibat besarnya timbulan sampah yang dihasilkan dari aktivitas masyarakat lokal maupun wisatawan (Sasmita *et al.*, 2016).

Tempat pembuangan sampah di Gili Trawangan berbeda dengan Gili Meno maupun Gili Air, karena ditimbun di suatu area yang disebut dengan Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Menurut Selvia & Danasari, (2023) menjelaskan bahwa metode pengelolaan sampah di TPA Gili Trawangan hanya melakukan penumpukan sampah tanpa adanya proses pemadatan maupun pengurukan. Definisi TPA menurut PP No 81 Tahun 2012 sudah bertransformasi menjasi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dengan fungsi sebagai tempat untuk memroses dan mengembalikan sampah ke media lingkungan. Namun sampai saat ini pengelolaan sampah di Gili Trawangan masih menggunakan metode kumpul, angkut dan buang ke TPA. Menurut Selvia & Suminar, (2023), pengelolaan sampah secara

konvensional di TPA akan menyebabkan permasalahan lingkungan. Permasalahan lingkungan yang dimaksud dapat berupa kebakaran yang sering terjadi di Landfill TPA Gili Trawangan, pencemaran air tanah maupun pengaruh terhadap penurunan kesuburan tanah pada area tersebut. Menurut Nugraha *et al.*, (2018) menambahkan bahwa dampak lingkungan lainnya seperti timbulnya bau busuk, munculnya berbagai penyakit, pencemaran udara oleh gas, dan efek rumah kaca serta berkembang biaknya vektor penyakit seperti lalat.

Menurut Zhang *et al.*, (2019) tempat pembuangan sampah merupakan sumber gas rumah kaca (GRK) yang signifikan, menyumbang sekitar 5% dari keseluruhan emisi GRK global. Sektor sampah menyumbang GRK berupa gas metana 21 kali lebih banyak dibandingkan gas karbon dioksida (Listiyani & Yulianto, 2023). Pemrosesan akhir sampah memiliki konsekuensi pada emisi total GRK yang dihitung dalam skenario penimbunan sampah, penimbunan dan pembakaran (Anifah *et al.*, 2021). Berdasarkan Undang-Undang No.18 Tahun 2008 dan Peraturan Pemerintah No.81 Tahun 2012 menitikberatkan pengelolaan sampah pada pengurangan dan penanganan sampah. Berbicara soal pengurangan sampah, Gili Trawangan memiliki TPST yang awalnya berfungsi sebagai upaya pengurangan sampah dengan kegiatan komposting, pemanfaatan pirolisis untuk mengubah sampah-sampah plastik menjadi bahan bakar, pemanfaatan botol kaca sebagai bahan pembuat batako. Namun proses tersebut tidak berkelanjutan dan hanya berlangsung kurang lebih 1 tahun saja.

Saat ini proses pengurangan sampah lebih banyak dilakukan oleh kolektor sampah atau yang sering disebut dengan pemulung. Mereka bekerja secara individu dan ada juga yang mengelompok. Upaya pengurangan sampah juga dilakukan oleh bank sampah dibawah manajemen Front Masyarakat Peduli Lingkungan (FMPL) dengan cara melakukan pemilahan terhadap sampah-sampah anorganik yang masih memiliki

manfaat ekonomi dari hasil pengangkutan sampah. Kegiatan pemulung dan bank sampah tersebut berkontribusi bagi pengurangan sampah (Barakati, 2021). Namun, kondisi eksisting yang terjadi pengurangan tersebut belum berdampak lebih, timbunan sampah di TPA Gili Trawangan masih menggunung. Menurut Selvia *et al.*, (2023), sisa umur pakai Landfill TPA Gili Trawangan sudah tidak lama lagi, yakni sampai dengan April 2024. Salah satu penyebab singkatnya umur pakai TPA tersebut dikarenakan pengelolaan sampah yang tradisional (Harjanti & Anggraini, 2020).

Kejadian kebakaran yang sering menimpa Landfill TPA Gili Trawangan mengindikasikan bahwa tumpukan sampah tersebut dapat memproduksi biogas dan dapat dijadikan sebagai alternatif energi terbarukan (Abdullah *et al.*, 2020). Biogas yang dimaksud mengandung gas metan yang apabila tidak ditangani dengan baik akan memicu timbulnya ledakan-ledakan (Oktavia & Firmansyah, 2016). Komposisi biogas tergantung pada sumber bahannya akan tetapi biasanya memiliki kandungan 50-70% metana, 25-50% karbondioksida, 1-5% H<sub>2</sub>,

0,3-3% N<sub>2</sub>, dan hidrogen sulfida (Arifin *et al.*, 2011). Menurut Muchangos *et al.*, (2019) kegiatan penimbunan sampah di TPA dapat memproduksi emisi GRK yang dapat berdampak buruk apabila tidak dikelola. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki tujuan untuk mengukur potensi gas metan yang tersimpan pada tumpukan sampah pada Landfill TPA Gili Trawangan dan menentukan strategi pengembangan potensi gas metan menjadi alternatif energi terbarukan bagi pulau kecil. Emisi GRK dari tempat pembuangan sampah tidak dapat ditekan bahkan dengan kemajuan teknologi, namun pelepasan metana ke atmosfer dapat dikurangi secara signifikan dengan pengumpulan gas metana (Temireyeva *et al.*, 2022).

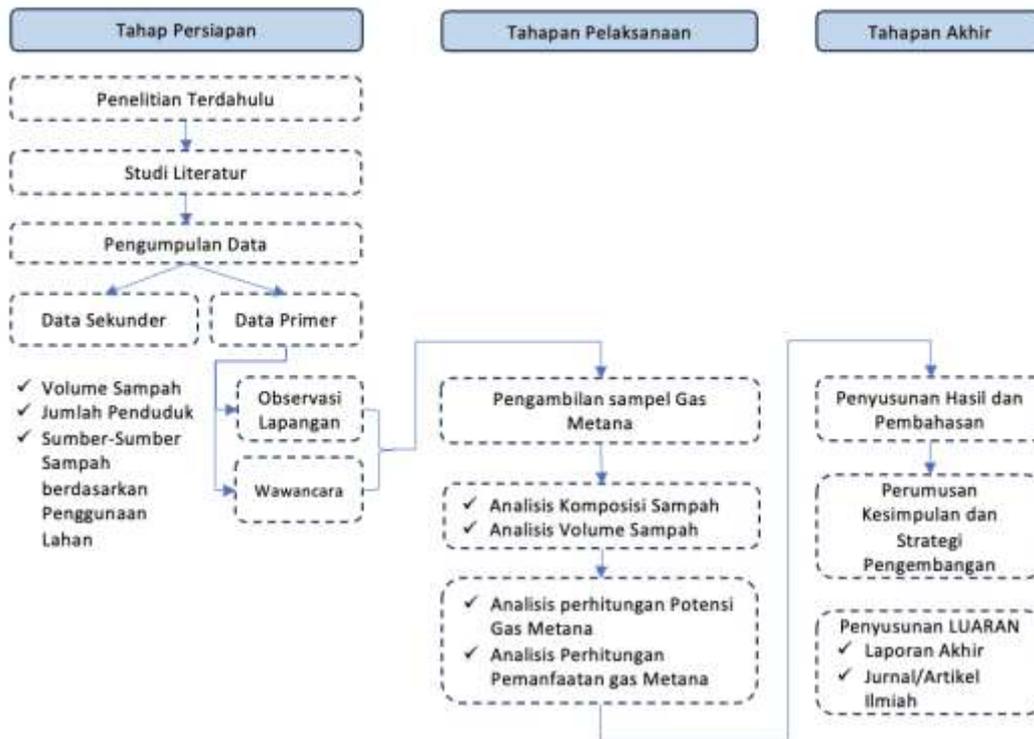
## BAHAN DAN METODE

Penelitian terkait dengan estimasi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) berdasarkan penimbunan sampah di Landfill TPA Gili Trawangan ini dilaksanakan mulai Bulan April 2024 hingga Bulan Oktober 2024. Lokasi penelitian berada di Gili Trawangan yang masuk dalam administrasi Desa Gili Indah..



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian Gili Trawangan  
Sumber: Google Earth, 2024

Rangkaian kegiatan penelitian ini terdiri dari tahapan-tahapan yang terdiri dari tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahapan akhir.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Metode pengumpulan data terdiri dari data sekunder dan data primer. Data sekunder diperoleh dari tinjauan teori dan juga data-data dari instansi terkait yang dibutuhkan pada penelitian ini. Data sekunder dari tinjauan teori berupa studi-studi terdahulu khususnya terkait dengan volume, komposisi dan jenis sampah di Gili Trawangan pada tahun-tahun sebelumnya. Data ini digunakan untuk membaca tren volume sampah ataupun komposisi sampah berdasarkan jenisnya. Data ini akan menunjang sebagai evaluasi ataupun perbandingan dalam ulasan penelitian ini sehingga lebih tajam.

Data primer pada penelitian ini didapatkan dari melakukan survei kuesioner berdasarkan sumber sampah, yakni (Rumah, Hotel Berbintang, Hotel Non Berbintang, Bungalow, Villa, Rumah Kost, Restoran, Café, Warung, Toko). Pengukuran dilakukan 2 hari saat weekday dan 2 hari saat weekend untuk perbandingan. Penarikan sampel menggunakan purposive sampling berdasarkan jumlah masing-masing jenis sumber sampah.

Analisis komposisi sampah digunakan untuk mengetahui volume sampah berdasarkan jenisnya. Pendekatan SNI 19-

3964-1994, yang melibatkan pengambilan sampel limbah selama 4 hari, merupakan strategi pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini. Data statistik untuk pengambilan sampel tidak hanya dari jumlah penduduk saja melainkan dari jumlah wisatawan yang berkunjung di Gili Trawangan termasuk pengusaha-pengusaha seperti pihak hotel, restoran, café dan sarana penunjang pariwisata lainnya.

Menggunakan data dari pengambilan sampel, hitung produksi, komposisi, dan kepadatan sampah sesuai dengan SNI-19-3964-1994. Rumus berikut dapat digunakan untuk menghitung timbulan sampah untuk membantu menentukan produksisampah setiap orang dengan membandingkannya dengan data populasi:

$$Mt = Fp \times T \times Pt \times 365 \text{ hari} \dots \dots \dots (1)$$

Rumus berikut dapat digunakan untuk menghitung proporsi masing-masing komposisi:

$$\% \text{ sampel (jenis sampah)} = \frac{\text{Jumlah sampel (kg)}}{\text{Total jumlah sampel (kg)}} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

Data komposisi sampah diperlukan untuk prosedur pemasukan data Model IPCC.

Rumus berikut dapat digunakan untuk menghitung kepadatan sampah.

(Densitas sampah) Untuk memilih timbulan sampah yang tepat perlu diketahui kepadatan sampah. :

$$\text{Densitas Sampah} = \frac{\text{Berat sampah (Kg)} \times 10}{\text{Volume Sampah (m}^3\text{)}} \quad (3)$$

Perhitungan pemanfaatan gas metana menjadi sumber energi alternatif dilakukan dengan memperhatikan parameter-parameter konversi yang membuat suatu potensi sampah dapat menghasilkan energi yang optimum. Data yang dimasukkan oleh user dalam LandGEM antara lain: *landfill open year* yaitu tahun 1994, *landfill closure year* tahun 2020 dan *waste acceptance rates* (Mg/tahun). Adapun parameter-parameter model default yang digunakan dalam memproyeksikan timbulan gas metana dan karbondioksida adalah sebagai berikut:

1. Konstanta tingkat pembentukan metana (Methane generation rate, *k*) yaitu CAA Conventional 0,05 year<sup>-1</sup> berdasarkan *US federal regulations* untuk *Municipal Solid Waste (MSW) landfills* sebagaimana diatur oleh *Clean Air Act (CAA)*.
2. Kapasitas potensial pembentukan metana (Potential methane generation capacity, *Lo*) yaitu CAA Conventional 170 m<sup>3</sup>/Mg. Nilai *Lo* hanya bergantung pada jenis dan komposisi sampah di TPA. Semakin tinggi kandungan selulosa sampah, semakin tinggi nilai *Lo*. Nilai default *Lo* yang digunakan LandGEM adalah representatif untuk municipal solid waste.
3. Prosentase kandungan metana dalam *landfill gas* (Methane content % by volume) yaitu diasumsikan 60% karena komposisi gas landfill untuk metana ada pada rentang 45-60% (Tchobanoglous, 1993).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) di Gili Trawangan mengalami dinamika baik

dari metode pembuangannya hingga jenis konstruksinya. Pada tahun 1990an, TPA Gili Trawangan dimanfaatkan masyarakat sebagai tempat timbunan sampah bagi masyarakat lokal sekaligus sebagai tempat pembakaran sampah rumah tangga. Setelah tahun 2000an, saat pariwisata sudah mulai berkembang di Gili Trawangan, TPA Gili Trawangan semakin menumpuk tidak hanya sampah rumah tangga (domestik) melainkan sampah-sampah non domestik yang berasal dari sarana pelayanan umum maupun sarana prasarana penunjang pariwisata. Semakin hari, volume sampah semakin meningkat dan daya tampung TPA Gili Trawangan sudah tidak mampu lagi menampung timbulan sampah yang ada. Berdasarkan penelitian (Selvia *et al.*, 2023), volume sampah per hari rata-rata 8 ton/hari. Berdasarkan kondisi dan teknik operasional TPA Gili Trawangan, dapat diidentifikasi bahwa tipe TPA berdasarkan metode pembuangan sampahnya termasuk pada jenis Open Dumping. Menurut Fitri *et al.*, (2018), Metode *open dumping* ini merupakan sistem pengolahan sampah dengan hanya membuang/menimbun sampah di suatu tempat tanpa ada perlakuan khusus atau sistem pengolahan yang benar, sehingga sistem *open dumping* menimbulkan gangguan pencemaran lingkungan.

Permasalahan timbunan sampah di TPA Gili Trawangan belum ada penyelesaian. Air lindi hasil dari timbunan sampah tidak dikelola dan dialirkan pada sebuah sistem pengelolaan limbah. Hal ini tentunya mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan baik pencemaran tanah maupun air di sekitar TPA. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu adanya pengelolaan air lindi maupun pengelolaan potensi gas metana yang dihasilkan dari penimbunan sampah di TPA Gili Trawangan. Penelitian ini akan menghitung potensi gas metan dari timbunan sampah di TPA Gili Trawangan sebagai sumber energi alternatif terbarukan.

**Tabel 1.** Input Data pada Software LandGAM

<b>Karakteristik Landfil</b>		
Tahun awal operasional	:	2009
Tahun penutupan	:	2024
Perhitungan tahun penutupan	:	No
<b>Parameter Model</b>		
Koefisien Timbulan Metana (k)	: Inventory Conventional 0,04	Kondisi curah hujan normal, tidak diterapkan sirkulasi lindi
Kapasitas potensi timbulan metana (Lo)	: Inventory Conventional 100	Bergantung pada jenis komposisi limbah di TPA Gili Trawangan
Karbon organik non metana (NMOC)	: Inventory No or Unknown Co-disposal 500	Jenis limbah dan tingkat reaksi yang menghasilkan berbagai senyawa dari dekomposisi limbah
Methane Content	61,5%	Tidak ada pembuangan bahan berbahaya dan beracun Sebanding dengan % sampah organik yang tertimbun di TPA Gili Trawangan

Volume sampah di Gili Trawangan semakin menumpuk dari tahun ke tahun akibat meningkatnya jumlah penduduk dan wisatawan tanpa upaya pengurangan yang intensif dan bersifat masal. Menurut Selvia *et al.*, (2023), telah dilakukan perhitungan volume sampah yang tertimbun di TPA dengan menggunakan asumsi volume sampah dari masing-masing kendaraan pengangkut sampah di Gili Trawangan menurut pembagian zona pelayanannya. Perhitungan volume sampah di TPA Gili Trawangan dilakukan berdasarkan zonasi pelayanan dan juga kendaraan pengangkut yang ada. Tentunya saja dengan mempertimbangkan rata-rata volume sampah setiap kali angkut, volume sampah per jenis kendaraan pengangkutan sampah, banyaknya ritasi pengangkutan dan periode waktu (hari libur, hari biasa dan hari-hari besar yang menyebabkan jumlah wisatawan meningkat).

**Tabel 2.** Volume Sampah Tahun 2023 (kg/tahun)

No	Zona Pelayanan	Volume Sampah Tahun 2023 (kg/tahun)
1	Ring Prioritas	1.325.785,33
2	Zona 1	515.221,33
3	Zona 2	129.582,67
4	Zona 3	539.027,60
5	Zona 4	318.178,00
	<b>Total</b>	<b>2.827.794,93</b>

Berdasarkan pertimbangan zona pelayanan dan sistem pengangkutan sampah di Gili Trawangan yang terdiri dari 5 zona, didapatkan volume sampah total yang masuk ke TPA pada Tahun 2023 adalah 2.827.794,93 kg/tahun atau 2.827,79 ton/tahun atau 7,74 ton/hari. Data volume sampah ini juga dibutuhkan untuk perhitungan potensi gas metan di TPA Gili Trawangan. Data volume sampah tidak hanya di tahun 2023 saja, melainkan sejak tahun 2009 ketika TPA Gili Trawangan mulai dioperasikan dan menjadi timbunan sampah bagi masyarakat lokal dan juga para pengusaha.

Pendekatan yang digunakan dalam menghitung volume sampah dari Tahun 2009 sampai dengan tahun 2022 adalah dengan menggunakan rasio pertumbuhan penduduk dan juga rasio pertumbuhan wisatawan selama kurun waktu 6 tahun, yakni pada tahun 2016-2022. Berdasarkan data jumlah penduduk yang didapatkan dari Dokumen Catatan Sipil dan Kependudukan Desa Gili Indah, didapatkan rasio pertumbuhan penduduk selama kurun waktu 6 tahun di Gili Trawangan adalah 3,4%, sedangkan rata-rata rasio pertumbuhan jumlah wisatwan baik domestik maupun mancanegara sebesar 3,63%. Apabila dilakukan rata-rata antara rasio pertumbuhan jumlah penduduk dan

wisatawan Gili Trawangan didapatkan 3,5%. Hasil perhitungan ini menjadi dasar bagi perhitungan volume sampah pada tahun 2009-2023 sebagai berikut:

**Tabel 3.** Volume Sampah TPA Gili Trawangan Tahun 2009-2024 (mg/tahun)

Tahun	Volume Sampah (kg/tahun)	Volume Sampah (mg/tahun)
2009	1.713.476,494	1.713,48
2010	1.775.623,309	1.775,62
2011	1.840.024,155	1.840,02
2012	1.906.760,782	1.906,76
2013	1.975.917,909	1.975,92
2014	2.047.583,325	2.047,58
2015	2.121.848,006	2.121,85
2016	2.198.806,223	2.198,81
2017	2.278.555,672	2.278,56
2018	2.361.197,588	2.361,20
2019	2.446.836,878	2.446,84
2020	2.535.582,257	2.535,58
2021	2.627.546,381	2.627,55
2022	2.722.845,990	2.722,85
2023	2.821.602,062	2.821,60
2024	2.923.939,96	2.923,94

Kuantitas gas TPA yang dihasilkan oleh suatu TPA dapat diprediksi menggunakan persamaan dekomposisi orde pertama (first order decay). United States Environmental Protection Agency (USEPA)

telah mengeluarkan suatu model yang dinamakan LandGEM (Landfill Gas Emission Model) adalah alat yang dipadukan dengan microsoft excel yang secara otomatis dapat memperkirakan tingkat emisi total gas metana, karbondioksida, senyawa organik non metana dan zat pencemar udara lain dari sebuah lahan urug.

Dengan menggunakan input data dari Tabel 1. Dan Tabel 2., dilakukan proses analisis potensi gas metan dari TPA Gili Trawangan Hasil yang didapat dari Model LandGEM v.302 memperkirakan bahwa TPA Gili Trawangan akan terus aktif menghasilkan gas TPA selama kurun waktu 140 tahun hal ini dikarenakan produksi gas akan terus berlangsung walaupun TPA sudah habis umur pakainya atau tidak menerima sampah lagi dan hasil dari model LandGEM akan memperlihatkan produksi gas TPA dari awal hingga kuantitasnya mendekati nol.

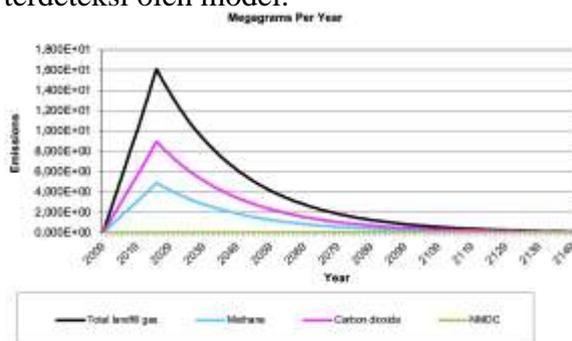
Tabel 3 menunjukkan timbulan gas yang dihasilkan oleh analisis LandGEM dari tahun 2009-2024. Permodelan LandGEM menghasilkan laju timbulan emisi gas metan dan karbondioksida di area timbunan sampah di TPA Gili Trawangan, sehingga dapat mengetahui potensi yang dapat digunakan sebagai energi alternatif. Berdasarkan Tabel 4, potensi gas tertinggi berada di tahun 2024, yakni gas metan sebesar 68,88 mg/ tahun atau setara dengan 103.200 m<sup>3</sup>/tahun dan karbondioksida sebesar 126 mg/tahun atau 68.830 m<sup>3</sup>/tahun.

**Tabel 4.** Hasil Land GEM – Data Timbulan Gas Metan (mg/tahun)

Tahun	Volume Sampah (kg/tahun)	Volume Sampah (mg/tahun)	Total Landfill Gas (mg/tahun)	Metana (mg/tahun)	Karbondioksida (mg/tahun)	NMOC (mg/tahun)
2009	1.713.476,49	1.713,48	0,00	0	0	0
2010	1.775.623,31	1.775,62	14,76	4,49	8,21	0,02
2011	1.840.024,16	1.840,02	29,48	8,96	16,41	0,04
2012	1.906.760,78	1.906,76	44,17	13,44	24,59	0,06
2013	1.975.917,91	1.975,92	58,87	17,91	32,76	0,08
2014	2.047.583,33	2.047,58	73,58	22,39	40,95	10,02
2015	2.121.848,01	2.121,85	88,33	26,68	49,16	12,03
2016	2.198.806,22	2.198,81	103,10	31,39	57,41	14,05
2017	2.278.555,67	2.278,56	118,00	35,92	65,70	16,08

Tahun	Volume Sampah (kg/tahun)	Volume Sampah (mg/tahun)	Total Landfill Gas (mg/tahun)	Metana (mg/tahun)	Karbondioksida (mg/tahun)	NMOC (mg/tahun)
2018	2.361.197,59	2.361,20	133,00	40,48	74,05	18,13
2019	2.446.836,88	2.446,84	148,20	45,08	82,47	20,19
2020	2.535.582,26	2.535,58	163,40	49,73	90,96	22,27
2021	2.627.546,38	2.627,55	178,90	54,43	99,55	24,37
2022	2.722.845,99	2.722,85	194,50	59,18	108,2	26,5
2023	2.821.602,06	2.821,60	210,30	64,00	117,1	28,65
2024	2.923.939,96	2.923,94	226,40	68,88	126,0	30,84

Produktivitas gas yang dihasilkan oleh TPA Gili Trawangan ditunjukkan oleh gambar di bawah ini. Pada grafik yang menunjukkan satuan volume ( $m^3$ /tahun dan  $ft^3$ /menit), volume gas metana ( $CH_4$ ) dan karbondioksida ( $CO_2$ ) yang dihasilkan mempunyai nilai yang sama karena kadar metana (methane content) yang digunakan adalah 50% dan karbondioksida 50%. NMOC dihasilkan dalam jumlah yang sangat kecil sehingga persen volumenya tidak terdeteksi oleh model.



**Gambar 3.** Timbulan Gas Landfill TPA Gili Trawangan

Nilai maksimum timbulan gas metana yang dihasilkan oleh TPA Trawangan yakni pada tahun 2024 dijadikan sebagai nilai potensinya. Jumlah timbulan gas metana hasil pemodelan LandGEM tersebut dikalikan dengan nilai kesetaraan/konversi gas metana menjadi energi per satuan volumenya, sehingga didapatkan potensi energi alternatif yang dihasilkan baik sebagai bahan bakar maupun energi listrik.

Dengan menggunakan perhitungan konversi, yakni setiap  $1m^3$  landfill gas setara dengan: 1) elpiji 0,46 kg, 2) minyak tanah

0,62 liter, 3) minyak solar 0,52 liter, 4) bensin 0,08 liter, 5) kayu bakar 3,5 kg. Maka dapat dilakukan perhitungan potensi gas dari landfill di TPA Gili Trawangan sebagai berikut:

Potensi gas =  $0,46 \text{ kg elpiji}/m^3 \times \text{Total gas tahun 2024}$

$$= 0,46 \times 172.100$$

$$= 79.166 \text{ kg elpiji/tahun}$$

$$= 216 \text{ kg elpiji/hari}$$

Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa potensi gas dari landfill di TPA Gili Trawangan dapat digunakan untuk sumber energi memasak bagi masyarakat lokal maupun kebutuhan sarana-sarana pelayanan umum dan penunjang pariwisata. Selain itu sumber energi gas metan dapat juga dikonversi dalam bentuk energi listrik, yakni 1 kg gas metana setara dengan  $6,13 \times 10^7 \text{ J}$ , sedangkan 1 kWh sebanding dengan  $3,6 \times 10^7 \text{ J}$  (Sorensen, B. 2007). Sehingga dengan massa jenis gas metana  $0,656 \text{ kg}/m^3$  maka dapat dihitung  $1 m^3$  gas metana menghasilkan energi listrik sebesar 1,117 kWh. Konversi gas metana menjadi energi listrik. Berdasarkan hasil potensi gas dari landfill di TPA Gili Trawangan pada tahun 2024 sebesar  $172.100 m^3$ /tahun dapat menghasilkan potensi energi listrik sebesar 192.235,7 kWh/tahun atau setara dengan 192,23 MWh/tahun (0,53 MWh/hari).

## KESIMPULAN

Gili Trawangan sebagai pulau kecil dengan jumlah kunjungan wisata yang terus meningkat setelah fenomena Covid-19 juga memiliki tekanan terhadap timbunan sampah

yang terus meningkat pada lokasi TPA. Timbunan sampah pada tahun 2024 sebanyak 2.923.9393,96 kg/tahun memiliki potensi gas landfill yang terus meningkat seiring dengan meningkatnya volume sampah. Timbunan sampah di TPA Gili Trawangan tersebut dapat melepaskan gas metan dan juga karbondioksida menuju atmosfer dan berpotensi menjadi salah satu penyebab timbulnya efek gas rumah kaca, yang apabila berlangsung bertahun-tahun akan mengakibatkan fenomena perubahan iklim yang mengancam timbulnya berbagai permasalahan lingkungan. potensi gas tertinggi berada di tahun 2024, yakni gas metan sebesar 68,88 mg/ tahun atau setara dengan 103.200 m<sup>3</sup>/tahun dan karbondioksida sebesar 126 mg/tahun atau 68.830 m<sup>3</sup>/tahun. Potensi gas tersebut memiliki peluang apabila digunakan sebagai sumber energi alternatif seperti energi untuk memasak dan juga sumber listrik. Total gas di TPA Gili Trawangan dapat menghasilkan 216 kg elpiji/hari dan juga menghasilkan potensi energi listrik sebesar 192.235,7 kWh/tahun atau setara dengan 192,23 MWh/tahun (0,53 MWh/hari).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada semua tim peneliti dan mahasiswa yang sudah berkontribusi dalam penelitian ini. Selain itu, terimakasih diucapkan juga kepada LPPM Universitas Mataram.

### DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, Taufik., Hidayat, Nur Rosman., Sholehah, Hijriati. (2020). Potensi Kandungan Gas Metana sebagai Sumber Energi Alternatif di TPA Kebon Kongok. *Jurnal Presipitasi Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*. 17 (3): 334-343.

Anifah, Eka Masrifatus., Rini, Intan Dewi Wahyu Setyo., Hidayat, Rachmat., Ridho, Muhammad. 2021. Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Kegiatan Pengelolaan Sampah di Kelurahan Karang Joang, Balikpapan.

*Sains & Teknologi Lingkungan*. 13(1): 17-33.

<https://doi.org/10.20885/jstl.vol13.iss1.art2>

- Arifin, M. Aep, S. dan Arifi, S. (2011). Kajian Biogas Sebagai Sumber Pembangkit Tenaga Listrik di Pesantren Saung Balong Al Baroqah. Majalengka Jawa Barat. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*. 02(2): 73-78.
- Barakati, K. P. (2021). Keterlibatan Pemulung dalam Pengurangan Timbulan Sampah dan Risiko Lingkungan di TPS Jalan Bugis, Kecamatan Tanjung Priok, Jakarta Utara. *Jurnal Paradigma: Jurnal Multidisipliner Mahasiswa Pascasarjana Indonesia*. 2 (1): 1-8.
- Harjanti, I. M., Anggraini, P. (2020). Pengelolaan Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jatibarang, Kota Semarang. *Jurnal Planologi*. 17 (2): 185-197. <http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/sa>
- Fitri, R., Budihartono, Y. E., Bactiar, R. (2018). Tempat Pembuangan Akhir sebagai Ruang Terbuka Publik (Studi Kasus: TPA Terjun Kec. Medan Marelan). *Conference: seminar nasional teknik (semnastek) inovasi teknologi berkelanjutan*.
- dos Muchangos, L.S, Tokai, A., Hanashima, A. (2019). Greenhouse Gas Emissions and Cost Assessments of Municipal Solid Waste Treatment and Final Disposal in Maputo City. *Environment, Development and Sustainability*, 21(1), 145-163. doi: <https://doi.org/10.1007/s10668-017-0027-5>.
- Listiyani, N., Yulianto, A. N. Y. (2023). Methane Gas Management Policy Based on Emission Estimation at Gunung Kupang Final Processing Site Landfill. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, 1275(1), 012010. doi:

- <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1275/1/012010>
- Mihajlović, M., Dajić, S., Svetozarević, M. (2022). Waste Management Strategies Effects on GHG Emission: Case study of Serbia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1123 012074. DOI : 10.1088/1755-1315/1123/1/012074
- Nugraha, A., Sutjahjo, S. H., & Amin, A. A. (2018). Analisis Persepsi dan Partisipasi Masyarakat Terhadap Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Jakarta Selatan. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*. 8(1): 7–14. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.7-14>
- Oktavia, I., Firmansyah, A. (2016). Pemanfaatan Teknologi Biogas sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif di Sekitar Wilayah Operasional PT. Pertamina EP Asset 2 Prabumulih Field. *Jurnal CARE Resolusi Konflik, CSR, dan Pemberdayaan*. 1(1): 32-36.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012. Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga. Jakarta; Presiden Republik Indonesia
- Sasmita, A., Andesgur, I., Rahmi, H. (2016). Potensi Produksi Gas Metana dari Kegiatan Landfilling di TPA Muara Fajar, Pekanbaru. *Seminar Nasional Teknik Kimia – Teknologi Oleo Petro Kimia Indonesia*.
- Selvia, S. I., Danasari, I. F. (2023). Strategi Optimalisasi Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) di Gili Trawangan. *Jurnal Agrimansion*. 24(2): 439-448.
- Selvia, S. I., Iemaniah, Z. M., Dewi, R. A. S., Maftuh, M., Akbar, S., Siddiqirly, M. (2023). Estimasi Kapasitas Daya Tampung Landfill dan Umur Pakai TPA Gili Trawangan: Estimasi Kapasitas Daya Tampung Landfill dan Umur Pakai TPA Gili Trawangan. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*. 9(4): 637-648.
- Selvia, S. I., Iemaniah, Z. M. (2023). Identifikasi Zona Pelayanan Pengangkutan Sampah di Gili Trawangan. *Jurnal Aplikasi dan Inovasi Iptek*. 5(1): 68-74.
- Selvia, S. I., Suminar, L. (2023). Evaluasi Kapasitas Daya Tampung TPA Wonosari di Kota Singkawang. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*. 7(2): 166-174. Doi:<https://doi.org/10.26760/jrh.V7i2.166-174>
- Temireyeva, A., Zhunussova, K., Aidabulov, M., Shah, D., Sarbassov, Y. (2022). Exploring The Mitigation of Greenhouse Gas Emissions from The Current Municipal Solid Waste System of Kazakhstan: Case Study of Nursultan City. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, 1074(1), 012031.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008. Tentang Pengelolaan Sampah. Jakarta: Presiden Republik Indonesia.
- Zhang, C., Xu, T., Feng, H., Chen, S. (2019). Greenhouse Gas Emissions from Landfills: A Review and Bibliometric Analysis. *Sustainability*. 11 (8): 2282. <https://doi.org/10.3390/su11082282>