

Artikel Riset

Potensi Kandungan Gas Metana sebagai Sumber Energi Alternatif di TPA Kebon Kongok

The Potential of Methane Gas as an Alternative Energy Source in Kebon Kongok Landfill

Taufik Abdullah^{1*}, Nur Rosman Hidayat¹, Hijriati Sholehah¹

¹ Departemen Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Mataram, Jl. Bung Karno No. 60 Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia 83127

* Penulis korespondensi, e-mail: abdullah.tfk2@gmail.com

Abstrak

Pengelolaan sampah di Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat berfokus pada dua hal utama yaitu pengurangan dan penanganan serta penyediaan TPA Sampah yang masih dioperasikan dengan system terbuka (*open dumping*). Penerapan system terbuka pada TPA akan menimbulkan banyak permasalahan antara lain terjadinya pencemaran udara oleh gas metana dan efek rumah kaca. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi kandungan gas metana dari sampah TPA Kebon Kongok sebagai sumber energi alternatif dengan melakukan pemodelan menggunakan software LandGEM. Data dalam penelitian ini terdiri dari tahun rencana operasi TPA dan data timbulan sampah yang masuk ke TPA pertahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi kandungan gas metana yang dihasilkan dari pemodelan LandGEM sebanyak 12.999.633,62 m³/tahun, atau setara dengan 14.520,88 MWh/tahun atau dalam bentuk gas sebanyak 9.966,38 Megagram elpiji/tahun. Oleh karena itu, TPA Kebon Kongok sangat potensial untuk dijadikan sebagai pembangkit energi listrik berbahan bakar gas metana sehingga bisa memfasilitasi sambungan listrik masyarakat disekitarnya karena jika dibandingkan dengan pembangkit energi terbarukan eksisting lain yang terdapat di Sistem Kelistrikan Lombok, kapasitas 1,66 Megawatt sudah setara dengan rata-rata kapasitas pembangkit listrik yang sudah beroperasi secara komersil.

Kata Kunci: Gas metana; sampah, LandGEM

Abstract

Waste management in West Nusa Tenggara Provincial Government focuses on two main things, namely the reduction and handling and providing of TPA which is still operated with an open dumping system. Application of an open system in TPA will cause many problems, including air pollution by methane gas and the greenhouse effect. This study aims to determine the potential methane gas content of the Kebon Kongok landfill as an alternative energy source by modelling using LandGEM. The data in this study consisted of the year of the TPA operation plan and the annual data on the waste generation of TPA. The results showed that the potential content of methane gas was 12,999,633.62 m³/year, or equivalent to 14,520.88 MWh/year, in the form of gas as much as 9,966.38 Megagrams of LPG/year. Therefore, the Kebon Kongok TPA has the potential to be used as a power plant fuelled by methane gas and facilitates electricity connections for the surrounding community because when compared to other existing

renewable energy plants in the Lombok Electricity System, the capacity of 1.66 Megawatts was already equivalent to the power generation capacity which are already operating commercially.

Keywords: Methane gas; solid waste; LandGEM

1. Pendahuluan

Provinsi Nusa Tenggara Barat saat ini tengah menghadapi tantangan permasalahan lingkungan yang mendesak dan berdampak langsung terhadap pengembangan pariwisata, salah satunya adalah masalah sampah. Data Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) menyebutkan bahwa timbulan sampah Provinsi NTB pada tahun 2018 mencapai 3.388 ton/hari. Sayangnya hanya sekitar 642 ton/hari atau 19% dapat terangkut ke TPA. Sedangkan sampah yang belum tertangani jumlahnya jauh lebih besar yaitu 2.746 ton/hari atau 81%. Sampah ini akhirnya akan berujung di laut sehingga akan merusak ekosistem laut dan pariwisata yang tidak ternilai harganya.

Mengacu pada Undang-undang No. 18 Tahun 2008 dan Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012, pengelolaan sampah berfokus pada dua hal utama yaitu pengurangan dan penanganan sampah. Dalam upaya melakukan penanganan sampah, Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi NTB menyediakan TPA bernama TPA Kebon Kongok yang telah beroperasi sejak tahun 1994. TPA Kebon Kongok merupakan salah satu TPA terbesar di Pulau Lombok dengan luas area 5,41 hektar yang masih dioperasikan dengan system terbuka (*open dumping*) dengan timbulan sampah pada tahun 2018 mencapai 3.388 ton/hari (DLHK, 2018). *Open dumping* merupakan system pembuangan paling sederhana dimana sampah dibuang begitu saja dalam sebuah tempat pembuangan akhir tanpa perlakuan lebih lanjut. Sistem *open dumping* ini menimbulkan banyak permasalahan seperti timbulnya bau busuk, munculnya berbagai penyakit, dan terkontaminasinya air tanah (Santoso, A.J.K dkk., 2016) serta terjadinya pencemaran lindi ke badan air maupun air tanah pencemaran udara oleh gas, dan efek rumah kaca serta berkembang biaknya vektor penyakit seperti lalat. Potensi pencemaran lindi maupun gas dari suatu landfill ke lingkungan sekitarnya cukup besar mengingat proses pembentukan lindi dan gas dapat berlangsung dalam waktu yang cukup lama yaitu 20-30 tahun setelah TPA ditutup (Tchobanoglous dkk., 1993).

Selain itu, pada bulan Oktober 2019 telah terjadi kebakaran di TPA Kebon Kongok yang diduga karena ledakan korek gas yang membakar zat metan ditumpukan sampah. Kebakaran ini mengakibatkan kepulan asap yang berbahaya bagi kesehatan sampai menutup pandangan mata ke lima desa terdekat yakni Desa Suka Makmur, Desa Taman Ayu, Desa Kuranji, Desa Karang Bongkot, dan Desa Perampuan (www.poskotantb.com). Dari kejadian kebakaran tersebut memperlihatkan bahwa sampah dapat memproduksi biogas dan menjadi sumber daya yakni sebagai alternatif energi, tetapi jika tidak ditangani secara baik biogas juga dapat menimbulkan dampak negatif karena terdapat kandungan gas metana yang mudah terbakar akan menimbulkan ledakan jika berada di udara dengan konsentrasi lebih dari 15%. Komposisi biogas tergantung pada sumber bahannya akan tetapi biasanya memiliki kandungan 50-70% metana, 25-50% karbondioksida, 1-5% H₂, 0,3-3% N₂, dan hidrogen sulfida (Arifin dkk., 2011).

Gas metana merupakan salah satu unsur dalam gas rumah kaca yang menyebabkan kenaikan temperatur dipermukaan bumi dengan potensi pemanasan global 21 kali lipat dibanding CO₂, dan mencegahnya terlepas ke udara sangat penting untuk menghindari perubahan iklim global (Dace et al., 2015). Berdasarkan hasil pengamatan, TPA Kebon Kongok sendiri telah melakukan uji coba pengolahan gas metana sampah dengan membuat instalasi sederhana menggunakan pola horizontal pada perpipaan sumur penyerapannya untuk kebutuhan memasak di dapur umum TPA dan alternatif sementara untuk mengalirkan listrik ke area TPA jika sumber dari PLN padam. Adapun proses pengolahan gas metana mulai dari penyerapan gas metana dari 2 sumur pipa, lalu masuk ke penyulingan untuk memisahkan kandungan mineral sebelum dilanjutkan ke filtrasi dan pemurnian untuk kemudian dipompa dan diproduksi menjadi gas ataupun diubah menjadi listrik dengan bantuan genset.

Oleh karena itu, melihat begitu besar potensi gas metana yang dimiliki oleh TPA Kebon Kongok, penelitian ini diperlukan dan menjadi sangat penting untuk mengembangkan pengolahan gas metana sampah agar lebih optimal dan berkontribusi nyata untuk mengurangi dampak negatif bagi lingkungan serta mencegah kebakaran akibat ledakan gas metana kembali terjadi. Langkah awal untuk melakukan pengelolaan gas metana adalah dengan menghitung potensi gas metana yang terkandung di dalam tumpukan sampah di TPA Kebon Kongok. Jika potensi kandungan gas metana ini bisa diprediksi maka dapat dilakukan perumusan arah pengembangan dan pemanfaatan gas metana sebagai energi alternative pengganti energi fosil.

2. Metode Penelitian

Metode untuk mengetahui total produksi gas metana dari keseluruhan area *Landfill* TPA Kebon Kongok menggunakan pemodelan LandGEM versi 3.02 yang memanfaatkan data timbulan sampah dan masa operasi TPA. Hubungan diantara keduanya yaitu pada pemodelan LandGEM membutuhkan data timbulan sampah dalam Megagram per tahun dari TPA Kebon Kongok dibuka/mulai beroperasi hingga tutup/berhenti. TPA Kebon Kongok sendiri pertama kali beroperasi pada tahun 1994 dan masih hingga sekarang tetapi akan penuh dan berhenti operasi pada akhir tahun 2020 (bisa lebih cepat atau lebih lama tergantung jumlah sampah yang masuk) sehingga kurang lebih usia TPA Kebon Kongok sama dengan 26 tahun.

Selanjutnya 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 dimasukan 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 $0,05 \text{ year}^{-1}$ 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 $170 \text{ m}^3/\text{Mg}$. 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 rentan 45-60% (sumber: Tchobanoglous, 1993).

Analisa dilakukan berdasarkan data lapangan yang didapat, diproses dengan pemodelan dan teori perhitungan kemudian dibandingkan dengan hasil aktualnya, sehingga dapat ditarik kesimpulan yang menyeluruh. Hasil dari analisa data yang diperoleh nantinya akan menentukan desain dan rencana pengembangan gas metana dari sampah sebagai sumber energi alternatif sebagai contoh jika potensi yang didapat kecil maka akan diimplementasikan untuk melayani masyarakat sekitar TPA saja, dan apabila potensinya besar maka dapat dijual energinya ke PLN (dalam bentuk energi listrik) atau dalam bentuk gas untuk bahan bakar.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Timbulan Sampah TPA Kebon Kongok

Data timbulan sampah merupakan data masukan yang dibutuhkan dalam analisa pemodelan menggunakan LandGEM versi 3.02 untuk memprediksi potensi gas metana di Kawasan TPA Kebon Kongok. Selain data timbulan sampah, masa operasi TPA juga perlu diketahui dan menjadi data masukan pada pemodelan. Hubungan diantara keduanya yaitu pada pemodelan LandGEM membutuhkan data timbulan sampah dalam Megagram per tahun dari TPA Kebon Kongok

dibuka/mulai beroperasi hingga tutup/berhenti. TPA Kebon Kongok sendiri pertama kali operasi pada tahun 1994 dan masih hingga sekarang tetapi akan penuh dan berhenti operasi pada akhir tahun 2020 (bisa lebih cepat atau lebih lama tergantung jumlah sampah yang masuk) sehingga kurang lebih usia TPA Kebon Kongok sama dengan 26 tahun.

Berdasarkan Kesepakatan Bersama Nomor 030/327/LHK tanggal 17 Desember 2017 tentang Pengelolaan TPA Regional dan Perjanjian Kerja Sama Nomor 027/01.1/PPL/DISLHK/2018 tanggal 2 Januari tahun 2018 tentang Pengembangan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) Regional Provinsi Nusa Tenggara Barat antara Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat dengan Pemerintah Kabupaten Lombok Barat dan Pemerintah Kota Mataram, maka pengelolaan dan operasional TPA Kebon Kongok diambil alih sepenuhnya oleh Pemerintah Provinsi NTB dibawah Dinas Lingkungan Hidup dan kehutanan Provinsi NTB. Area pelayanan TPA Regional Kebon Kongok mencakup Kota Mataram dan Kabupaten Lombok Barat.

Jumlah penduduk Kota Mataram yang terlayani oleh TPA Kebon Kongok mencapai 80% dan Kabupaten Lombok Barat sebanyak 14% (PT. Eka Dana Consultant, 2019). Timbulan sampah per hari dapat dihitung setelah mengetahui jumlah penduduk yang terlayani oleh TPA Kebon Kongok, untuk memudahkan analisa digunakan data tahun terakhir yang sudah lengkap yakni tahun 2019. Pada tahun 2019 Kota Mataram memiliki penduduk sebanyak 486.715 jiwa dan Kabupaten Lombok Barat sejumlah 694.985 jiwa (BPS Provinsi Nusa Tenggara Barat). Berikut adalah perhitungan untuk menentukan jumlah penduduk yang terlayani TPA Kebon Kongok:

Kota Mataram:

$$\begin{aligned} - \text{ Jumlah penduduk terlayani} &= \text{tingkat pelayanan} \times \text{jumlah penduduk} \\ &= 80\% \quad \times \quad 486.715 \text{ jiwa} \\ &= 389.372 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Kabupaten Lombok Barat:

$$\begin{aligned} - \text{ Jumlah penduduk terlayani} &= \text{tingkat pelayanan} \times \text{jumlah penduduk} \\ &= 14\% \quad \times \quad 694.985 \text{ jiwa} \\ &= 97.298 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Sehingga, TPA Kebon Kongok melayani penduduk sebanyak,

$$\begin{aligned} &= 389.372 \text{ jiwa} \quad + \quad 97.298 \text{ jiwa} \\ &= 486.670 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

Data timbulan sampah di TPA Regional Kebon Kongok 2019 (Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Nusa Tenggara Barat) ditampilkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Data sampah masuk TPA Kebon Kongok Tahun 2019

No	Bulan	Jumlah Hari	Sampah Masuk TPA (Megagram)		Timbulan Sampah (kg/hari)
			Mataram	Lombok Barat	
1	Januari	31	8,010	1,868	318,645
2	Februari	28	7,508	1,765	331,179
3	Maret	31	9,401	1,928	365,452
4	April	30	8,430	1,952	346,067
5	Mei	31	7,871	1,962	317,194
6	Juni	30	7,523	1,958	316,033
7	Juli	31	9,127	2,383	371,290
8	Agustus	31	8,024	2,543	340,871
9	September	30	7,067	2,193	308,667
10	Oktober	31	4,956	1,502	208,323
11	November	30	7,125	2,290	313,833
12	Desember	31	8,510	2,889	367,710
13	Total	365	93,552	25,233	325,438

Sumber: UPTD TPA Kebon Kongok, 2019

Berdasarkan data tersebut didapat jumlah timbulan sampah di TPA Kebon Kongok sebesar 325.438 kg/hari, sehingga timbulan sampah per orang per hari dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Timbulan sampah di TPA per hari}}{\text{Jumlah penduduk terlayani}} \\
 &= \frac{325.438 \text{ kg/hari}}{486.670 \text{ orang}} \\
 &= 0,675 \text{ kg/orang/hari}
 \end{aligned}$$

Apabila menurut data Standar Nasional Indonesia SNI 19-3983-1995 tentang besar timbulan sampah berdasarkan klasifikasi kota pada Tabel 2, seharusnya standar timbulan yang dilayani TPA Kebon Kongok mengikuti kategori kota sedang yakni 0,70 - 0,80 kg/orang/hari karena jumlah penduduk terlayani dalam rentan 100.000 jiwa hingga 500.000 jiwa. Tetapi standar timbulan sampah per orang per hari yang digunakan dalam penelitian ini sebagai pengali untuk menghitung massa sampah per tahun adalah 0,675 kg/orang/hari sesuai hasil perhitungan dengan pertimbangan lebih mewakili kondisi eksisting.

Tabel 2. Besar timbulan sampah berdasarkan klasifikasi kota

No	Klasifikasi Kota	Volume	Berat
		Liter/orang/hari	Kg/rang/hari
1	Kota Sedang	2,75 - 3,25	0,70 - 0,80
2	Kota Kecil	2,5 - 2,75	0,625 - 0,70

Sumber: SNI 19-3983-1995

Hasil perhitungan massa timbulan sampah berdasarkan jumlah penduduk wilayah pelayanan TPA Kebon Kongok selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3 dengan rincian sebagai berikut:

1. Jumlah penduduk (jiwa)

Data jumlah penduduk lengkap diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi NTB. Data penduduk akan sangat berpengaruh dalam perencanaan teknis TPA dan pola pengembangan pelayanan. Tahun 1994 hingga 2010 menggunakan data hasil sensus penduduk dan tahun 2011 sampai dengan 2020 dipakai data proyeksi penduduk.

2. Timbulan sampah (kg/orang/hari)

Standar timbulan sampah diperoleh dari hasil analisa perhitungan dengan melakukan survei data dan observasi sehingga diperoleh hasil 0,675 kg/orang/hari.

3. Massa timbulan sampah (Megagram/hari)

Timbulan sampah dalam satuan massa periode harian,

$$= \frac{\text{Timbulan sampah} \times \text{Jumlah penduduk terlayani}}{1000}$$

Tabel 3. Massa timbulan sampah berdasarkan jumlah penduduk terlayani

No	Tahun	Jumlah Penduduk		Jumlah Penduduk Terlayani (80%)	Jumlah Penduduk Terlayani (14%)	Jumlah Penduduk Terlayani TPA Regional Kebon Kongok	Standar Timbulan Sampah	Jumlah Hari dalam Satu Tahun	Massa Timbulan Sampah	
		Kota Mataram	Kab. Lombok Barat	Kota Mataram	Kab. Lombok Barat	(Jiwa)			(kg/orang/hari)	(mgram/hari)
		(Jiwa)	(Jiwa)	(Jiwa)	(Jiwa)	(Jiwa)	(kg/orang/hari)	(hari)	(mgram/hari)	(mgram/tahun)
1	1994	291,937	924,748	233,550	129,465	363,014	0.675	364	245	89,193
2	1995	300,966	641,852	240,773	89,859	330,632	0.675	364	223	81,236
3	1996	312,800	666,000	250,240	93,240	343,480	0.675	365	232	84,625
4	1997	314,721	668,348	251,777	93,569	345,346	0.675	364	233	84,851
5	1998	322,525	686,608	258,020	96,125	354,145	0.675	364	239	87,013
6	1999	331,779	703,416	265,423	98,478	363,901	0.675	364	246	89,411
7	2000	313,538	660,371	250,830	92,452	343,282	0.675	365	232	84,576
8	2001	319,872	670,918	255,898	93,929	349,826	0.675	364	236	85,952

9	2002	365,829	767,204	292,663	107,409	400,072	0.675	364	270	98,298
10	2003	339,154	708,687	271,323	99,216	370,539	0.675	364	250	91,042
11	2004	248,870	724,491	199,096	101,429	300,525	0.675	365	203	74,042
12	2005	356,748	743,484	285,398	104,088	389,486	0.675	364	263	95,697
13	2006	353,183	782,943	282,546	109,612	392,158	0.675	364	265	96,353
14	2007	356,141	796,107	284,913	111,455	396,368	0.675	364	268	97,388
15	2008	362,243	816,523	289,794	114,313	404,108	0.675	365	273	99,562
16	2009	375,506	829,777	300,405	116,169	416,574	0.675	364	281	102,352
17	2010	402,843	599,986	322,274	83,998	406,272	0.675	364	274	99,821
18	2011	406,910	606,044	325,528	84,846	410,374	0.675	364	277	100,829
19	2012	413,210	613,161	330,568	85,843	416,411	0.675	365	281	102,593
20	2013	431,876	620,412	345,501	86,858	432,358	0.675	364	292	106,230
21	2014	441,064	644,586	352,851	90,242	443,093	0.675	364	299	108,868
22	2015	450,226	654,892	360,181	91,685	451,866	0.675	364	305	111,023
23	2016	459,314	665,132	367,451	93,118	460,570	0.675	365	311	113,473
24	2017	468,509	675,222	374,807	94,531	469,338	0.675	364	317	115,316
25	2018	477,476	685,161	381,981	95,923	477,903	0.675	364	323	117,421
26	2019	486,715	694,985	389,372	97,298	486,670	0.675	364	329	119,575
27	2020	495,681	704,586	396,545	98,642	495,187	0.675	365	334	122,002

Sumber: BPS NTB dan PT. Eka Dana Consultant

3.2 Kapasitas TPA Kebon Kongok

Data kapasitas atau daya tampung lahan TPA Kebon Kongok digunakan untuk menentukan sampai kapan TPA berhenti beroperasi karena kapasitasnya sudah terpenuhi. Perhitungan analisa kapasitas TPA Kebon Kongok adalah sebagai berikut:

Luas area lahan pemrosesan : 5,41 Ha (Data DLHK Provinsi NTB)

Kapasitas desain maksimum TPA : 951.859,58 m³

- Volume timbunan sampah eksisting

Menggunakan data September 2019, ketinggian timbunan sampah sudah mencapai 16 meter dari dasar *landfill* dengan kemiringan 30%.

$$\begin{aligned} \text{Volume sampah eksisting} &= 5,41 \text{ Ha} \times 10.000 \text{ m}^2/\text{Ha} \times 16 \text{ m} \times 70\% \\ &= 605.920 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Volume TPA yang tersisa

$$\begin{aligned} \text{Volume tersisa} &= \text{Kapasitas desain maks TPA} - \text{Volume eksisting} \\ &= 951.859,58 \text{ m}^3 - 605.920 \text{ m}^3 \\ &= 345.939,58 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Volume timbulan sampah per hari

Standar timbulan sampah: 2,5 liter/orang/hari (SNI 19-3983-1995)

$$\begin{aligned} \text{Volume timbulan sampah} &= \text{Standar timbulan sampah} \times \text{Penduduk terlayani} \\ &= (2,5 \text{ liter/orang/hari} : 1000) \times 486.670 \text{ orang} \\ &= 1.217 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

- Sisa jumlah hari hingga TPA penuh

Prosentase pemadatan: 67% (Data TPA Kebon Kongok)

$$\begin{aligned} \text{Sisa umur TPA Kebon Kongok} &= \frac{\text{Volume TPA yang tersisa}}{\text{Timbulan sampah per hari} \times 67\%} \\ &= \frac{345.939,58 \text{ m}^3}{1.217 \text{ m}^3/\text{hari} \times 67\%} \\ &= 424 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jika dihitung 424 hari sejak September 2019, maka TPA Kebon Kongok akan penuh pada akhir tahun 2020. TPA Kebon Kongok sendiri beroperasi sejak tahun 1994 dan akan berhenti operasi pada akhir tahun 2020 karena sudah tidak mampu menampung sampah masuk. Parameter tahun buka (1994)

dan tutup (2020) ditambah dengan data sampah masuk ke TPA per tahunnya (Tabel 3) menjadi data masukan pada pemodelan menggunakan LandGEM untuk mengetahui potensi gas metana yang ada.

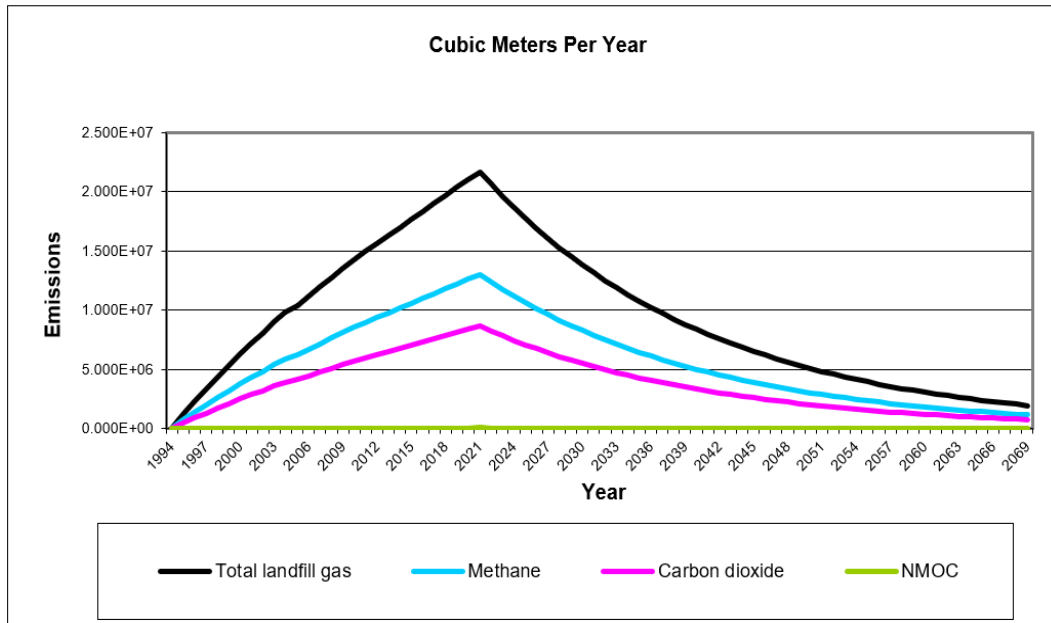
3.3 Potensi Gas Metana

Hasil pemodelan LandGEM bertujuan untuk mengidentifikasi laju timbulan emisi gas metana dan karbondioksida di area TPA Kebon Kongok sehingga dapat diketahui seberapa besar potensinya untuk digunakan sebagai sumber energi alternatif. Data yang diinput kedalam LandGEM adalah data timbulan sampah pada Table 3, data hasil analisisnya berupa tabel data berisi nilai besarnya dan visualisasi dalam bentuk grafik. Glandfill yang dihasilkan oleh TPA akan menunjukkan titik puncak timbulan gas satu tahun setelah berakhirnya operasi TPA (Rahmi, dkk. 2017) hal juga sesuai dengan hasil LandGEM yaitu Gas Landfill yang dihasilkan oleh TPA Kebon Kongok untuk masa operasional 1994 sampai 2020 menunjukkan titik puncak timbulan gas terjadi pada 2021 yaitu satu tahun setelah berakhirnya operasi TPA dengan total gas sebesar 21.666.056,03 m³/tahun dengan timbulan gas metana 12.999.633,62 m³/tahun dan karbondioksida 8.666.422,41 m³/tahun. Rincian lengkap nilai timbulan gas per tahunnya ditampilkan pada Tabel 4 dan grafik laju timbulan gasnya ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil LandGEM – data timbulan gas metana

Tahun	Total landfill gas		Metana		Karbon dioksida		NMOC	
	(Mg/tahun)	(m ³ /tahun)	(Mg/tahun)	(m ³ /tahun)	(Mg/tahun)	(m ³ /tahun)	(Mg/tahun)	(m ³ /tahun)
1994	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1995	1,625.45	1,235,576.87	494.59	741,346.12	904.69	494,230.75	17.72	4,942.31
1996	3,026.63	2,300,675.79	920.94	1,380,405.47	1,684.55	920,270.32	32.99	9,202.70
1997	4,421.22	3,360,770.95	1,345.28	2,016,462.57	2,460.75	1,344,308.38	48.19	13,443.08
1998	5,751.93	4,372,302.46	1,750.18	2,623,381.48	3,201.40	1,748,920.98	62.69	17,489.21
1999	7,057.14	5,364,451.83	2,147.33	3,218,671.10	3,927.85	2,145,780.73	76.91	21,457.81
2000	8,342.38	6,341,420.70	2,538.40	3,804,852.42	4,643.19	2,536,568.28	90.92	25,365.68
2001	9,476.84	7,203,771.78	2,883.59	4,322,263.07	5,274.60	2,881,508.71	103.29	28,815.09
2002	10,581.04	8,043,128.36	3,219.58	4,825,877.02	5,889.17	3,217,251.35	115.32	32,172.51
2003	11,856.38	9,012,568.05	3,607.63	5,407,540.83	6,599.00	3,605,027.22	129.22	36,050.27
2004	12,937.28	9,834,209.47	3,936.53	5,900,525.68	7,200.60	3,933,683.79	141.00	39,336.84
2005	13,655.66	10,380,283.14	4,155.11	6,228,169.89	7,600.44	4,152,113.26	148.83	41,521.13
2006	14,733.65	11,199,708.68	4,483.12	6,719,825.21	8,200.42	4,479,883.47	160.58	44,798.83
2007	15,771.02	11,988,265.82	4,798.77	7,192,959.49	8,777.80	4,795,306.33	171.89	47,953.06
2008	16,776.66	12,752,691.80	5,104.76	7,651,615.08	9,337.51	5,101,076.72	182.85	51,010.77
2009	17,772.87	13,509,958.75	5,407.89	8,105,975.25	9,891.99	5,403,983.50	193.70	54,039.83
2010	18,771.34	14,268,944.53	5,711.70	8,561,366.72	10,447.71	5,707,577.81	204.59	57,075.78
2011	19,675.00	14,955,852.58	5,986.66	8,973,511.55	10,950.67	5,982,341.03	214.44	59,823.41
2012	20,552.95	15,623,220.58	6,253.80	9,373,932.35	11,439.31	6,249,288.23	224.00	62,492.88
2013	21,420.23	16,282,480.16	6,517.70	9,769,488.10	11,922.02	6,512,992.07	233.46	65,129.92
2014	22,311.50	16,959,974.89	6,788.89	10,175,984.94	12,418.09	6,783,989.96	243.17	67,839.90
2015	23,207.37	17,640,965.27	7,061.48	10,584,579.16	12,916.71	7,056,386.11	252.93	70,563.86
2016	24,098.82	18,318,601.75	7,332.74	10,991,161.05	13,412.87	7,327,440.70	262.65	73,274.41
2017	24,991.44	18,997,121.60	7,604.34	11,398,272.96	13,909.68	7,598,848.64	272.38	75,988.49
2018	25,874.13	19,668,088.32	7,872.92	11,800,852.99	14,400.96	7,867,235.33	282.00	78,672.35
2019	26,752.11	20,335,484.15	8,140.07	12,201,290.49	14,889.63	8,134,193.66	291.57	81,341.94
2020	27,626.53	21,000,169.07	8,406.14	12,600,101.44	15,376.31	8,400,067.63	301.10	84,000.68
2021	28,502.53	21,666,056.03	8,672.68	12,999,633.62	15,863.88	8,666,422.41	310.65	86,664.22
2022	27,112.44	20,609,390.01	8,249.71	12,365,634.01	15,090.19	8,243,756.00	295.49	82,437.56
2023	25,790.16	19,604,258.20	7,847.37	11,762,554.92	14,354.23	7,841,703.28	281.08	78,417.03

Sumber: LandGEM versi 3.02



Gambar 2. Grafik timbulan gas di TPA Kebon Kongok

Nilai maksimum timbulan gas metana yang dihasilkan oleh TPA Kebon Kongok yakni pada tahun 2021 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. Nilai kesetaraan atau konversi gas metana dengan sumber energi lain ditampilkan pada Tabel 5 di bawah.

Tabel 5. Kesetaraan landfill gas dengan sumber energi lain

Sumber energi	Setara dengan
1 m ³ landfill gas	Elpiji 0,46 kg
	Minyak Tanah 0,62 liter
	Minyak Solar 0,52 liter
	Bensin 0,08 liter
	Kayu Bakar 3,5 kg

Sumber: Wahyuni, 2013

Dari Tabel 5 tersebut maka dapat dihitung potensi landfill gas TPA Kebon Kongok setara dengan, Potensi landfill gas

$$= 0,46 \text{ kg elpiji/m}^3 \times \text{Total gas tahun 2021}$$

$$= 0,46 \text{ kg elpiji/m}^3 \times 21.666.056,03 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

$$= 9.966.386 \text{ kg elpiji/tahun}$$

$$= 27.380 \text{ kg elpiji/hari.}$$

Dengan melihat hasil tersebut, TPA Regional Kebon Kongok seharusnya dapat mencukupi kebutuhan akan sumber energi untuk memasak bagi masyarakat sekitar maupun dalam cakupan yang lebih luas karena dalam 1 tahunnya TPA Kebon Kongok dapat memproduksi landfill gas setara 9.966.386 kg elpiji.

Sumber energi dari gas metana juga dapat dikonversi ke bentuk energi lain yakni energi listrik yaitu 1 kg gas metana setara dengan $6,13 \times 10^7$ J, sedangkan 1 kWh sebanding dengan $3,6 \times 10^7$ J (Sorensen, B. 2007). Sehingga dengan massa jenis gas metana $0,656 \text{ kg/m}^3$ maka dapat dihitung 1 m³ gas metana menghasilkan energi listrik sebesar 1,117 kWh. Konversi gas metana menjadi energi listrik ditunjukkan pada Tabel 6.

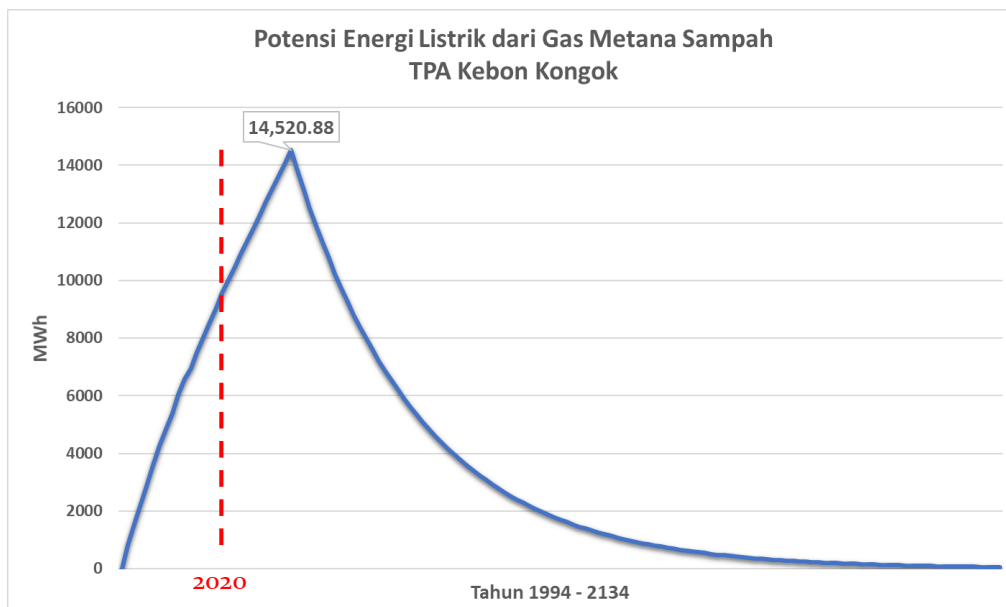
Tabel 6 Konversi gas metana menjadi energi listrik

Jenis/Satuan Energi	Setara Energi
1 kg gas metana	$6,13 \times 10^7$ J
1 kWh	$3,6 \times 10^7$ J
1 m ³ gas metana dengan massa jenis 0,656 kg/m ³	$4,0213 \times 10^7$ J
1 m ³ gas metana	1,117 kWh

Sumber: Bent Sorensen, 2007

Konversi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar potensi gas metana sebagai pengganti sumber energi listrik alternatif. Jika dihitung lebih lanjut dengan potensi gas metana hasil pemodelan LandGEM dimana pada tahun 2021 timbulan gas metana yang dihasilkan TPA Kebon Kongok sebanyak 12.999.633,62 m³/year, maka potensi energi listrik dari gas metana yang dapat dihasilkan adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Potensi energi listrik} &= \text{Gas metana tahun 2021} \times 1,117 \text{ kWh/m}^3 \\
 &= 12.999.633,62 \text{ m}^3/\text{year} \times 1,117 \text{ kWh/m}^3 \\
 &= 14.520.879,63 \text{ kWh/tahun} \\
 &= 14.520,88 \text{ MWh/tahun} \\
 &= 39,89 \text{ MWh/hari} \\
 &= 1,66 \text{ MW}
 \end{aligned}$$



Gambar 2. Grafik potensi energi listrik dari gas metana

Berdasarkan grafik pada Gambar 2 di atas, dapat dilihat bahwa potensi energi listrik yang dihasilkan dari gas metana akan menurun setiap tahunnya setelah melewati titik maksimalnya pada tahun 2021. Hal ini dikarenakan pada tahun 2020 merupakan operasional TPA Kebon Kongok berakhir, sehingga pada tahun 2021 sudah tidak ada aktivitas penambahan sampah yang masuk ke area TPA.

Melihat begitu besar potensi gas metana dari TPA Kebon Kongok pada tahun 2021, gas metana dapat dimanfaatkan untuk pembangkit energi listrik berkapasitas 1,66 Megawatt dan energi yang dihasilkan sepanjang tahun sebanyak 14.520,88 MWh. Oleh karena itu, TPA Kebon Kongok sangat potensial untuk dijadikan sebagai pembangkit energi listrik berbahan bakar gas metana dan memfasilitasi sambungan listrik masyarakat disekitarnya karena jika dibandingkan dengan pembangkit energi terbarukan eksisting lain yang terdapat di Sistem Kelistrikan Lombok, kapasitas 1,66 Megawatt

sudah setara dengan rata-rata kapasitas pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) yang sudah beroperasi secara komersil atau diperjual belikan kepada Perusahaan Listrik Negara.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan observasi yang telah dilakukan mengenai potensi kandungan gas metana sampah di TPA Kebon Kongok dapat disimpulkan bahwa titik puncak total produksi gas metana terjadi pada tahun 2021 mencapai maksimalnya sebesar 14.520,88 MWh dalam bentuk energi listrik dan dalam bentuk gas sebanyak 9.966,38 Megagram elpiji. Angka potensi energi yang diperoleh tersebut berasal dari potensi timbunan gas metana di tahun yang sama sejumlah 12.999.633,62 m³ berdasarkan hasil pemodelan menggunakan software LandGEM. Kekurangan penelitian ini adalah hasil gas metane yang diperoleh belum menampilkan persentase kandungan gas yang dihasilkan TPA Kebon Kongok.

Daftar Pustaka

- 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.
- Aydi, Abdelwaheb. 2012. Energy Recovery from a Municipal Solid Waste (MSW) Landfill Gas: A Tunisian Case Study. *Hydrol Current an open access journal*. Volume 3 (4), 1-3
- Badan Pusat Statistik Provinsi NTB. 2020. Provinsi NTB Dalam Angka Tahun 2020. BPS Provinsi NTB
- Dace, E. Blumberga, D. Kuplais, D. Bozko, L. Khabdullina, Z. dan Khabdullin, A. 2015. Optimization of Landfill Gas Use in Municipal Solid Waste Landfills In Latvia. *Energy Procedia*, 72 (2), 293-299
- Dinas Lingkungan Hidup Provinsi NTB. 2019. Laporan Timbunan Sampah TPA di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Mataram
- PT. Eka Dana Consultant. 2019. Kajian Pengelolaan Biogas dan Lindi TPA Regional Kebon Kongok Provinsi Nusa Tenggara Barat. Mataram: Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi NTB
- Santoso, A.J.K. Purnomo, MDE, dan Sumaryoto, P. 2016. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kaliiori Sebagai Wisata Edukasi Di Kabupaten Banyumas Dengan Penekanan Desain Pada Pengolahan Sekuen Ruang. *Jurnal Arsitektura*. 14 (2), 1-8.
- Sorensen, B. 2007. *Renewable Energy Conversion, Transmission, and Storage*. AP Press: New York.
- Standar Nasional Indonesia Nomor 19-3983-1995 tentang Spesifikasi Timbunan Sampah Kota Sedang dan Kota Kecil. Badan Standarisasi Nasional
- Tchobanoglous, G. Theisen, H. dan Vigil, S.A. 1993. *Integrated Solid Waste Management*, McGraw-Hill, Inc, USA.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008. Tentang Pengelolaan Sampah. Jakarta: Presiden Republik Indonesia.
- Unit Pelaksana Teknik Daerah TPA Kebon Kongok. 2019. Laporan Data sampah masuk TPA Kebon Kongok Tahun. DLHK Provinsi NTB
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012. Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga. Jakarta; Presiden Republik Indonesia
- Wahyuni, S. 2013. *Panduan Praktis Biogas*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- www.poskotantb.com/2019/10/21/pemadaman-kebakaran-di-tpa-kebon-kongok-diberi-deadline/