



Evaluasi Pemanfaatan Gas Metana dari Tempat Pemrosesan Akhir Studi Kasus TPA Pakusari Kabupaten Jember

Evaluation of Potential Methane Gas from Final Processing Site (TPA) Kasus TPA Pakusari Kabupaten Jember

Rindi Putri Dwi Chana Prahastining, Yeny Dhokhikah, dan Abdur Rohman

^aProgram Studi S1 Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember Jl. Kalimantan 37, Sumbersari Jember 68121

^bJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember Jl. Kalimantan 37, Sumbersari, Jember 68121

^cJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember Jl. Kalimantan 37, Sumbersari, Jember 68121

Abstrak

Pengelolaan sampah di sebagian besar kota/kabupaten di Indonesia masih menerapkan paradigma lama yaitu kumpul-angkut-buang, dengan persentase sampah dibuang di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) sebesar 60%. TPA Pakusari dioperasikan sejak tahun 1992 dan saat ini memiliki 3 zona aktif dan 1 zona pasif, dengan menerapkan sistem controlled landfill pada lahan seluas 4,5 Ha. Tinggi timbunan sampah di TPA Pakusari berkisar 10 m, yang berpotensi mengemisi gas metana akibat proses dekomposisi sampah organik. UPT TPA Pakusari memanfaatkan gas metana menjadi sumber bahan bakar masyarakat sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan gas metana dan mengevaluasi pemanfaatan gas metana yang ada di TPA Pakusari. Metode penelitian ini dilakukan secara kuantitatif. Data yang dibutuhkan meliputi data sekunder (jumlah penduduk daerah pelayanan, dan data primer. Data yang telah diperoleh dianalisis menggunakan metode IPCC waste model dengan tingkat ketelitian perhitungan 1 (Tier-1). Adapun Teknik pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini dengan analisis deskriptif dengan menggambarkan hasil wawancara dengan responden. Wawancara dengan petugas TPA menunjukkan bahwasannya nilai pemanfaatan gas metana yang ada di TPA Pakusari tidak sesuai namun bukan berarti di TPA Pakusari tidak ada pemanfaatan hanya saja belum sesuai kriteria. Berdasarkan hasil sampling pada TPA Pakusari dan dari hasil perhitungan, didapatkan hasil sebagai berikut: rata-rata timbunan sampah sebesar 0,62 kg/org.hari atau 1,92 L/org.hari. rata-rata densitas sampah sebesar 323 kg/m³, sedangkan untuk komposisi sampah adalah sampah makanan sebesar 48,7% dan yang paling kecil komposisi sampah karet dan kulit (0,4%). Hasil perhitungan estimasi gas metana tertinggi di tahun 2027 sebesar 0,49 GG/tahun.

Kata Kunci: Gas metana, IPCC2006, Sampah, TPA

Abstract

The waste management in Indonesia still implements the old paradigm that consist of collect-transport-dispose, in which of 60% solid waste is disposed to landfill side in Pakusari. Pakusari Landfill Site (PLS) has been operated since 1992, servicing three active zones and one passive zone. Pakusari landfill is controlled landfill with an areas of 4.5 Ha. The height of the Pakusari landfill is 10 m. This height accumulation causes the process of organic waste decomposition. Pakusari landfill utilizes methane to become source of energy fuel to in daily needs. This research to find out how much methane gas is used and to evaluate the use of methane gas in TPA Pakusari. This research was carried out on quantitative methods. The data needed includes secondary data and primary data. The data will be analyzed using the IPCC waste model with a calculation accuracy level of 1 (Tier-1). The data analysis in this study was added with descriptive analysis by describing the results of interviews with respondents. Interviews with TPA officers show that there is potential in criteria standard. Based on the sampling results at Pakusari landfills, it shows that the average of waste generation is 0.62 kg/person.day or 1.92 L/person.day. The average density of waste is 323 kg/m³, while the most waste is food waste which 48.7%, and the smallest composition is rubber and leather which 0.4%. The calculation results of the highest estimate of methane gas in 2027 is 0,49 GG/year.

Keywords: IPCC2006, Landfill, Methane Gas, Municipal Solid Waste

PENDAHULUAN

Sifat gas metana yaitu mudah terbakar, tidak berbau dan tidak berwarna. Gas metana jika berada pada konsentrasi sebesar 5%-15% dapat menimbulkan ledakan dan kebakaran pada landfill (NIST, 2010). Gas metana dapat menyerap dan melanjutkan radiasi sinar matahari namun memantulkan kembali radiasi gelombang panjang yang terpapar ke bumi sehingga dapat menaikkan suhu bumi (Pusarpedal, 2011). Gas metana yang dihasilkan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) memiliki kemampuan menjadi gas rumah kaca 25 kali lipat dibandingkan gas CO₂. Gas metana dari sektor limbah, bersama dengan gas rumah kaca di atmosfer menyumbang 3% hingga 4% dari gas rumah kaca global. Jenis gas rumah kaca dari sektor persampahan relatif banyak, namun yang dianggap dominan dan harus masuk dalam laporan inventarisasi gas rumah kaca nasional adalah CO₂, CH₄, dan N₂O.

TPA Pakusari sudah berdiri sejak tahun 1992 dan memiliki 3 zona aktif dan 1 zona pasif. TPA Pakusari pada pengolahannya menggunakan sistem *controlled landfill* dengan luas lahan 4,5 Ha. Tinggi timbunan TPA Pakusari 10m, timbunan yang tinggi tersebut menimbulkan proses degradasi anaerobik terjadi.

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Pakusari memanfaatkan gas metana yang ada di timbunan landfill menjadi sumber gas kompor untuk kebutuhan sehari-hari. Pemanfaatan gas metana tersebut beroperasi sejak 2017 namun mengalami kebakaran dan berdampak pada instalasi pemanfaatan gas metana dan berhenti beroperasi. Pada tahun 2022 pemanfaatan gas metana sudah beroperasi lagi namun dikonsumsi skala kecil. Berdasarkan kondisi diatas dapat disimpulkan pentingnya melakukan penelitian untuk mengevaluasi pemanfaatan gas metana di Tempat Pemrosesan Akhir Pakusari. gunakan aplikasi seperti Mendeley, Zotero, Endnote, dll. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kondisi pemanfaatan gas metana serta mengevaluasi pemanfaatan gas metana yang ada di TPA Pakusari.

METODOLOGI

Lokasi penelitian dilakukan di Tempat Pemrosesan Akhir Pakusari yang terletak di desa Kertosari, Kecamatan Pakusari, Kabupaten Jember. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2022 s.d. Januari 2023. Dengan menggunakan data primer dan data sekunder

Data primer adalah data yang diperoleh dari peninjauan dan pengamatan langsung di lapangan. Data primer yang digunakan berupa timbunan sampah, densitas sampah, komposisi sampah dan hasil wawancara dengan petugas TPA.

Data Sekunder adalah data penunjang yang digunakan dalam penelitian. Data sekunder dapat diperoleh dari pihak-pihak terkait pada wilayah penelitian. Data Sekunder yang digunakan dalam penelitian antara lain berat sampah yang masuk TPA Pakusari setiap hari dari tahun 2019-2022, sarana dan prasarana di UPT TPA Pakusari, Jumlah penduduk daerah pelayanan dari tahun 1999-2021, luas lahan TPA Pakusari, Tinggi timbunan TPA Pakusari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi TPA Pakusari

Tempat pemrosesan akhir sampah (TPA) Pakusari melayani daerah meliputi Kecamatan Kaliwates, Arjasa, Sumbersari, Patrang, Pakusari, Mayang, Ajung, Silo, Kalisat, Ledokombo, Sukowono. Sistem pengolahan sampah di TPA Pakusari menggunakan sistem *controlled Landfill*. *Controlled landfill* merupakan sistem campuran antara *sanitary landfill*

dengan open dumping. Ketinggian diantara 8 meter hingga 11 meter dari ketinggian permukaan dasar.

Pemanfaatan gas metana dimulai sejak tahun 2017 dengan pemanfaatan keperluan memasak warga sekitar TPA Pakusari. Masyarakat saat ini yang mendapatkan manfaatnya yaitu daerah selatan TPA Pakusari. Menurut Bapak Masbut selaku pengawas UPT TPA, warga yang menerima penyaluran gas metana tersebut hanya 23 KK. Namun, di tahun 2020 TPA Pakusari mengalami kebakaran dan menghabiskan pipa penyaluran gas metana ke masyarakat akibatnya gas metana pada tahun 2020 tidak dioperasikan. Pada saat ini pemanfaatan gas metana hanya diperuntukan untuk kafe dan warung-warung yang ada di TPA Pakusari dan rencana di tahun 2023 dioperasikan kembali pemanfaatan gas metana.

Timbulan sampah dan komposisi sampah

Data timbulan sampah Data timbulan sampah TPA Pakusari yang digunakan pada studi yakni data sampah masuk yang tercatat oleh UPT TPA Pakusari dengan jembatan timbang. Data timbulan sampah yang tercatat oleh UPT TPA Pakusari adalah data timbulan sampah pada tahun 2019 – 2022. Tabel 1 menampilkan pencatatan smapah yang masuk ke TPA Pakusari.

Tabel 1 Sampah Masuk ke TPA Pakusari 2019-2022

Tahun	Jumlah Penduduk (Juta)	Berat (Gg)	Faktor pelayanan (%)	Timbulan Sampah (Kg/Org.Hari)	Densitas Sampah (kg/m ³)	Timbulan Sampah (Liter/Org .Hari)
2019	0,88	40,7	24,8	0,51	323	1,58
2020	0,89	46,1	24,8	0,57	323	1,76
2021	0,84	50,6	24,8	0,67	323	2,07
2022	0,85	55,2	24,8	0,72	323	2,23
Rata-rata				0,62		1,91

Data lain yang digunakan pada studi adalah data timbulan sampah pada tahun 2022 yang didapatkan melalui pengukuran langsung di lapangan. Sampling timbulan sampah pada penelitian mengacu pada buku Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional Vol. 4 Buku 2 Tahun 2012 terkait Metodologi Penghitungan Emisi GRK pada Sektor Pengelolaan Limbah. Tahapan awal dalam sampling terkait timbulan sampah di TPA Pakusari adalah identifikasi kendaraan pengangkut sampah. Titik pengangkutan sampah terbagi atas tiga jenis sumber sampah, yakni rumah tangga, kantor/komersil, dan pasar. Data yang digunakan untuk mengidentifikasi kendaraan pengangkut sampah bersumber dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember. Hasil identifikasi sampah yang terbawa oleh pada kendaraan pengangkut sampah pada area pelayanan untuk mengetahui volume sampah yang diambil pada saat sampling setiap kendaraan. Tabel 2 menunjukkan volume sampah yang diambil setiap jenis sumber sampah.

Tabel 2 Volume Pengambilan Sampah

Sumber Sampah	Jumlah Dump Truck (unit)	Total Berat Bersih (kg)	Persentase (%)	Volume sampah untuk sampling (L)
Rumah tangga	36	115.340	83	23,03
Kantor/komersil	5	11.750	8	16,89
Pasar	5	12.050	9	17,32

Sumber Sampah	Jumlah Dump Truck (unit)	Total Berat Bersih (kg)	Persentase (%)	Volume sampah untuk sampling (L)
Total	46	139.140	100	54,42

Volume sampah yang diambil untuk merepresentasikan total volume sampah di TPA Pakusari adalah sebesar 54,42 liter, volume sampah yang diambil pada 1 truk pengangkut sampah rumah tangga adalah 23,03 liter. Volume sampah yang diambil pada 1 truk pengangkut sampah kantor/komersil dan pasar adalah 14,07 liter dan 17,32 liter. Pengambilan sampel menggunakan kotak sampling berukuran 46 cm x 56 cm x 100 cm atau setara dengan 200 Liter. Memudahkan dalam pengambilan sampel maka dicari nilai ketinggian setiap jenis sumber sampah dan setidaknya setiap truk pengangkut sampah rumah tangga dengan ketinggian 12,5 cm, kantor 7,5 cm, dan pasar 7,5 cm.

Pengukuran timbulan sampah dilakukan dengan metode load count analysis yaitu dengan cara mengukur timbulan sampah masuk yang dibawa oleh truk pengangkut. Analisis dilanjutkan dengan menghitung komposisi dari total timbulan sampah. 11 macam kategori sampah menurut Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional Vol. 4 Buku 2 Tahun 2012 yakni: sampah makanan, sampah kebun dan taman + kayu, kertas dan karton, tekstil, nappies, karet dan kulit, plastik, logam, gelas (keramik dan tembikar), lain-lain (abu, debu, sampah elektronik, dll).

Tabel 3 Komposisi Sampah

Komposisi	Rata-Rata Komposisi Sampah (%)
Sampah Makanan	48,7
Sampah Kebun Dan Taman + Kayu	13,5
Kertas Dan Karton	9,4
Tekstil	1,5
Nappies	11,7
Karet Dan Kulit	0,4
Plastik	11,3
Logam	0,5
Gelas (Keramik Dan Tembikar)	0,9
Lain-Lain (Abu, Debu, Sampah Elektronik, Dll)	2,1
Total	100,0

Tabel diatas memperlihatkan komposisi sampah terbesar yaitu sampah makanan (48,7%), diikuti sampah kebun dan taman+kayu (13,5%) dan terbesar ketiga *nappies* (11,7%). Sampah makanan menjadi komposisi terbanyak dikarenakan daerah pelayanan untuk TPA Pakusari untuk daerah padat penduduk. Sampah jenis logam dan gelas menjadi sampah dengan kuantitas paling sedikit yakni sebesar 0,5% dan 0,9% karena sudah dilakukan reduksi di sumber berupa pemungutan sampah oleh pemulung.

Proyeksi Timbulan Sampah

Proyeksi timbulan sampah dilakukan dengan menggunakan data asumsi timbulan sampah dengan proyeksi penduduk.

Perhitungan proyeksi penduduk dihitung untuk mengetahui rencana jumlah penduduk Kabupaten Jember selama 18 tahun mendatang dari tahun 2023 hingga 2031. Tahapan awal perhitungan proyeksi penduduk Kabupaten Jember adalah mendapatkan data dasar proyeksi.

Data dasar proyeksi yang digunakan dalam penelitian adalah data jumlah penduduk Kabupaten Jember dalam kurun waktu 8 tahun terakhir. Metode proyeksi yang akan digunakan dalam penelitian terlebih dahulu dilakukan uji nilai deviasi untuk mendapatkan hasil proyeksi yang paling sesuai dengan kondisi saat ini. Alternatif metode proyeksi antara lain metode aritmatika, geometrik dan *least square*. Hasil uji nilai deviasi disajikan pada tabel dibawah.

Tabel 4 Hasil Standar Deviasi dan Korelasi

Metode Proyeksi	Hasil Uji Deviasi	Hasil Uji Korelasi
Aritmatik	16.647	-0,368317646
Geometrik	36.828	0,366009073
<i>Least Square</i>	15.611	0,403988347

Hasil perhitungan nilai standar deviasi dan korelasi menunjukkan bahwa metode *least square* memiliki nilai deviasi terkecil jika dibandingkan dengan metode lainnya. Proyeksi data penduduk hingga tahun 2038 dianalisis menggunakan metode *least square*. Hasil proyeksi penduduk dengan metode Least Square disajikan pada tabel 5.

Tabel 5 Tabel Proyeksi Penduduk

Tahun ke	Tahun	Jumlah Penduduk
0	2021	835.231
1	2022	838.088
2	2023	840.945
3	2024	843.802
4	2025	846.658
5	2026	849.515
6	2027	852.372
7	2028	855.229
8	2029	858.086
9	2030	860.943
10	2031	863.800
11	2032	866.656
12	2033	869.513
13	2034	872.370
14	2035	875.227
15	2036	878.084
16	2037	880.941
17	2038	883.798

Pelayanan yang tidak 100% menghasilkan proyeksi timbulan yang tidak sesuai atau tidak mendekati seperti di lapangan. Persentase pelayanan didapat dari perbandingan timbulan sampah seluruh masyarakat dengan timbulan sampah yang masuk ke TPA menghasilkan rata-rata persentase kenaikan pelayanan sebesar 2,9% tiap tahun. Tabel dibawah menunjukkan hasil proyeksi timbulan sampah masuk di TPA Pakusari.

Tabel 6 Proyeksi Timbulan Sampah

Tahun	Persentase Pelayanan	Jumlah Timbulan Sampah (Gg/Tahun)
2021	27,0%	51,01
2022	29%	55,16
2023	32%	60,82
2024	35%	66,52
2025	38%	72,26

Tahun	Persentase Pelayanan	Jumlah Timbulan Sampah (Gg/Tahun)
2026	35%	66,93
2027	32%	61,57
2028	29%	56,16
2029	26%	50,72
2030	23%	45,24
2031	20%	39,73
2032	17%	34,18
2033	15%	28,58
2034	12%	22,96
2035	9%	17,29
2036	6%	11,59
2037	3%	5,85
2038	0%	0,07
Total		746,65

Potensi Gas Metana

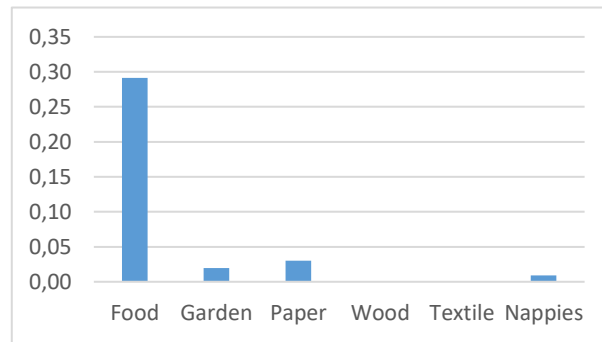
Potensi gas metana dihitung menggunakan spreadsheet IPCC 2006. perhitungan tersebut merupakan metodologi yang paling efisien guna menghitung potensi gas metana di TPA (Ahmed, et al., 2015). Data yang digunakan dalam perhitungan potensi gas metana data primer dan data default. Data primer ini didapat dari uji sampling di TPA Pakusari guna mengetahui komposisi sampah TPA Pakusari. Data ketetapan yang sesuai dengan kondisi Indonesia disajikan pada tabel 3.7. Nilai Methane Corection Factor menunjukkan nilai 1 dikarenakan TPA Pakusari memiliki salah satu kriteria yaitu memiliki lapisan penutup, dikompaksi atau sampah yang bertingkat. Nilai Oxidation Factor bernilai 0,1 karena TPA Pakusari dikompaksi dan ditutup dengan material tanah. Data yang digunakan adalah data jumlah penduduk yang didapat dari Badan Pusat Statistik (Kabupaten Jember dalam Angka), Tahun TPA Pakusari berdiri pada tahun 1992. Analisis potensi metana pada studi dilakukan pada rentang periode 1992 – 2030. Tahapan analisis perhitungan potensi gas metana dilakukan dengan menghitung timbulan sampah terlebih dahulu dari tahun berdirinya TPA Pakusari hingga rencana penutupan TPA Pakusari. Data default yang digunakan dalam analisis perhitungan potensi gas metana adalah nilai DOC sampah, fraksi DOC (DOC_f), data default sesuai dengan penelitian terdahulu oleh Faizan Dalila (2017).

Tabel 7 Nilai Ketetapan Perhitungan Potensi Gas Metana

Parameter	Nilai IPCC	Nilai TPA Kota Probolinggo (Faizan Dalila, 2017)
DOC (berat basah)	Interval	
Sampah makanan	0,08-0,20	0,04
Sampah Taman	0,18-0,22	0,011
Sampah kertas	0,36-0,45	0,03
Kain	0,20-0,40	0,005
Pamper	0,18-0,32	0,006
<i>DOC_f (fraction of DOC dissimilated)</i>		

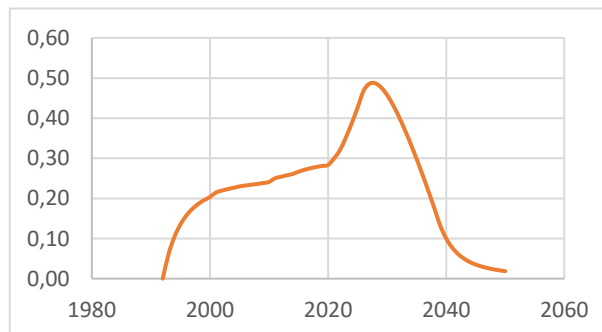
Parameter	Nilai IPCC	Nilai TPA Kota Probolinggo (Faizan Dalila, 2017)
<i>Methane generation rate constant (k)</i> (years ⁻¹)	Interval	
Sampah makanan	0,17-0,7	0,4
Sampah Taman	0,15-0,2	0,17
Sampah Kertas	0,06-0,085	0,07
Sampah Kain	0,06-0,085	0,07
Sampah Pamper	0,15-0,2	0,17
Delay time (bulan)	6	6
Fraction of Methane (f) in developed gas	0,5	0,5
Conversion factor, C to CH ₄	1,33	1,33
Oxidation Factor (OX)	0-0,1	0,1
Methane Corection Factor (MCF)	0,4-1,0	1

Sumber: IPCC dan Faizan Dalila, 2017



Gambar 1 Potensi Gas Metana Tahun 2023

Gambar 1 merupakan potensi gas metana tahun 2023. Tabel tersebut menunjukkan potensi gas metana terbesar dimiliki oleh sampah makanan 0,29 GG/Tahun. Sampah makanan bernilai tinggi karena persentase komposisi sampah hampir 50% dari keseluruhan berat sampah. Factor lain dari besarnya nilai potensi gas metana oleh sampah makanan karena nilai DOC yang terbesar diantara yang lain. Plastik dan logam tidak menghasilkan ga metana maka nilai Degradable Organic Carbon bernilai 0. Hal tersebut menghasilkan bahwasannya komposisi plastik dan logam tidak tercantum dalam potensi gas metana. Komposisi kain pada tahun 2023 bukan berarti tidak menghasilkan namun, gas metana yang dihasilkan sangatlah sedikit. Gambar 2 menunjukkan nilai gas metana oleh komposisi kain sebesar 0,00076 GG/Tahun.



Gambar 2 Potensi Gas Metana 1992-2050

Potensi gas metana dari awal berdirinya TPA hingga 10 tahun setelah penutupan TPA menunjukkan grafik eksponensial. Tahun 2038 sesuai dengan lampiran 8 menunjukkan persentase pelayanan sebesar 0% atau pada tahun 2038 TPA Pakusari tutup secara permanen.

Meskipun tahun tutup TPA Pakusari tahun 2038 namun, potensi gas metana masih ada hingga tahun 2050. Tahun 2050 gas metana yang dihasilkan sangatlah sedikit. Gambar 2 menunjukkan pada tahun 2027 potensi gas metana yang tertinggi. Hal tersebut terjadi karena setiap tahun hingga tahun 2025 persentase pelayanan merupakan persentase tertinggi hingga 38% dan di tahun berikutnya mengalami penurunan pelayanan sesuai dengan tabel persentase kenaikan pelayanan pada tabel 8

Tabel 8 Potensi Gas Metana

Tahun	Total	Tahun	Total
	Gg		Gg
1992	0,00	2022	0,32
1993	0,06	2023	0,35
1994	0,10	2024	0,39
1995	0,14	2025	0,43
1996	0,16	2026	0,47
1997	0,17	2027	0,49
1998	0,19	2028	0,49
1999	0,20	2029	0,48
2000	0,20	2030	0,46
2001	0,21	2031	0,43
2002	0,22	2032	0,40
2003	0,22	2033	0,37
2004	0,23	2034	0,34
2005	0,23	2035	0,30
2006	0,23	203 6	0,26
2007	0,23	2037	0,22
2008	0,24	2038	0,18
2009	0,24	2039	0,13
2010	0,24	2040	0,10
2011	0,25	2041	0,08
2012	0,25	2042	0,06
2013	0,26	2043	0,05
2014	0,26	2044	0,04
2015	0,27	2045	0,04
2016	0,27	2046	0,03
2017	0,28	2047	0,03

Tahun	Total	Tahun	Total
2018	0,28	2048	0,02
2019	0,28	2049	0,02
2020	0,28	2050	0,02
2021	0,30		

Evaluasi Gas Metana

Pada TPA Pakusari pengolahan gas metan masih tidak sesuai dengan peraturan pemerintah yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah kurangnya alokasi dana dan kurangnya pengetahuan teknis terhadap pengolahan gas metan. Pemanfaatan gas metana pada saat ini dinikmati hanya 4 KK karena TPA Pakusari pernah mengalami kebakaran yang mengakibatkan pipa gas metan hangus terbakar. Namun, tidak adanya data retribusi pada pemanfaatan gas metana mengakibatkan tidak adanya data penerima pemanfaatan gas metana oleh masyarakat. Pemanfaatan gas metana ini dilakukan untuk kompensasi dari dampak adanya TPA Pakusari di kawasan masyarakat. Evaluasi dilakukan pada tanggal 12 Januari 2023, sehingga apabila ada perubahan kondisi pasca tanggal tersebut tidak masuk ke dalam laporan ini. Hasil evaluasi gas metana pada TPA Pakusari disajikan pada tabel dibawah

Tabel 9 Evaluasi Pemanfaatan Gas Metana

No	Parameter	Nilai	Kondisi Saat Ini
1	Pipa ventilasi gas berupa pipa HDPE atau pipa HDPE yang tahan terhadap tekanan diameter 150mm (6")	0	Menggunakan pipa besi berukuran 3" dan untuk penyaluran menggunakan pipa pvc 2"
2	Pipa ventilasi gas dikelilingi oleh saluran berongjong berdiameter 400mm	1	Ada, dinamakan banker yang terbuat dari bambu dan besi
3	Pipa ventilasi gas diisi batu pecah diameter 50-100mm	0	Tidak ada batu hanya pipa yang ditanam didalam banker
4	Ketinggian pipa ventilasi tergantung pada rencana tinggi timbunan	0	Tidak sesuai, karena ketinggian hanya sampai 6 meter sedangkan tinggi timbunan sudah mencapai 10 meter
5	Pipa ventilasi pada akhir timbunan harus ditambah dengan pipa besi diameter 150mm	1	Ada pipa besi yang muncul di atas timbunan
6	Jarak antara pipa ventilasi gas 50-70 m	0	Jarak Antara pipa ventilasi 3 meter
7	Pada sistem lahan urug saniter, gas bio harus dialirkan ke pipa penangkap gas melalui ventilasi sistem penangkap gas, lalu dibakar pada gas flare.	0	Tidak ada proses pembakaran oleh gas flare karena gas yang sudah di pompa langsung dialirkan ke masyarakat.

No	Parameter	Nilai	Kondisi Saat Ini
8	Menempatkan materi impermeable pada atau diluar perbatasan lahan urug untuk menghalangi aliran gas	0	Tidak ada materi impermeable karena saluran gas metana aka nada saluran pemisah Antara
9	Menempatkan materi granular pada atau di luar perbatasan lahan urug (perimeter) untuk penyaluran dan atau pengumpulan gas	0	Tidak ada materi granular karena didalam branker tidak ada materi lain selain pipa yang ditanam
Total		2	Kondisi Eksisting

Parameter yang digunakan pada evaluasi pemanfaatan gas metana sesuai dengan PermenPU/03/PRT/2013 lampiran 2. Pakusari menggunakan pipa besi berukuran 3” pada dasar pipa ventilasi namun jika disesuaikan dengan peraturan yang ada seharusnya pipa menggunakan pipa HDPE dengan diameter 6 inchi. Pada TPA Pakusari memiliki saluran bronjong yang disebut dengan *bunker*. *Bunker* tersebut dibuat dari bahan besi dan bambu. Seharusnya banker diisi dengan batu atau kerikil namun pada TPA Pakusari hanya banker tanpa ada batu pecah.

TPA Pakusari tidak memiliki alat penangkap gas maupun alat pemurnian gas. Pada peraturan PermenPU/03/2013 sangat dianjurkan adanya pemurnian dan alat penangjap gas. Gas yang dihasilkan tidak hanya gas metana namun beberapa jenis gas, oleh karena itu pemurnian dilakukan guna merubah atau menghilangkan gas selain gas metana. Pipa vertical yang digunakan pada TPA Pakusari tidak memiliki bahan impermeabel hanya saja pipa yang digunakan didesain sedemikian rupa guna memisahkan gas metana dengan air lindi.

Tabel 8 menunjukkan bahwasannya nilai pemanfaatan sebesar 22% dari seluruh kriteria penilaian. Gas metana yang ada di TPA Pakusari tidak sesuai namun bukan berarti di TPA Pakusari tidak ada pemanfaatan hanya saja belum sesuai kriteria.

REKOMENDASI

Kondisi TPA Pakusari belum cukup optimal dalam memanfaatkan gas metana sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3.8. Hasil analisis pada **lampiran 9** menunjukkan bahwa potensi gas emisi pada tahun 1992 – 2030 berada pada kisaran 3,18 Gg/tahun. Hal tersebut dikarenakan sistem penangkapan gas metana yang belum maksimal. Berdasarkan lampiran 3 Peraturan Menteri PUPR Nomor 03/PRT/M/2013, dijelaskan bahwa pipa ventilasi gas diisi batu kerikil. Batu kerikil tersebut berukuran diameter 50 mm – 100 mm dengan saluran beronjong 400 mm. Pemasangan batu kerikil pada pipa ventilasi gas bertujuan agar sampah dan air hujan tidak ikut masuk ke dalam saluran pipa penangkap gas. Pengaliran gas metana ke pipa penangkap gas melalui ventilasi sistem penangkap gas lalu dibakar pada gas flare. Hal tersebut sangat dianjurkan.

Pemanfaatan pipa gas metana dianjurkan melakukan pengukuran pH, karena efek dari pH dengan kondisi netral akan menghasilkan metan yang baik. Hal ini juga untuk mempercepat tahap metagones. Tanah penutup juga sangat penting dalam pemanfaatan gas metana, tanah yang ditutup dengan rapat dan tanpa adanya celah dapat mengakibatkan tidak terjadinya pelepasan gas metana yang keluar ke udara bebas sehingga gas metana tersebut tidak dapat dimanfaatkan.

Gas yang diambil dari landfill, tidak murni mengandung gas metana saja namun terdapat gas lain yang terkandung. Gas lain tersebut dapat mengurangi kualitas gas metana dan menyebabkan kerusakan peralatan, meningkatkan biaya pemrosesan dan menyebabkan

emisib berbahaya (PUPR,2018). Pemurnian sangat penting dilakukan untuk mengurangi atau menghilangkan gas lain yang terkandung. Pemurnian dapat dilakukan dengan pemisahan membran karena membran menahan CO₂, H₂S dan H₂O tapi meloloskan CH₄

Kuantitas gas metana yang dihasilkan tidak menentu maka dibutuhkan penyimpanan gas. Penyimpanan gas ini bermanfaat terkait kontinuitas gas. Permasalahn tidak kontinuitas gas mengakibatkan generator gas metan yang cepat rusak. Generator membutuhkan adanya *supply* tenaga yang kontinu. Penyimpana gas metana dapat diletakkan di kantung-kantung gas seperti yang diaplikasikan oleh TPA Sampah Air Dingin, Sumatra Barat.

KESIMPULAN

1. Kondisi saat ini TPA Pakusari dengan luas landfill 22.441 m² dengan 3 zona yang masih aktif memiliki ketinggian yang variatif diantara 9-11 meter. TPA Pakusari menggunakan sistem *controlled landfill*.
2. Berdasarkan hasil sampling pada TPA Pakusari dan dari hasil perhitungan, didapatkan hasil sebagai berikut: rata-rata timbulan sampah sebesar 0,62 kg/org.hari atau 1,92 L/org.hari. rata-rata densitas sampah sebesar 323 kg/m³, sedangkan untuk komposisi sampah adalah sampah makanan sebesar 48,7% dan yang paling kecil komposisi sampah karet dan kulit (0,4%).
3. Hasil perhitungan estimasi gas metana tertinggi di tahun 2027 sebesar 0,49 GG/tahun. Komposisi dengan potensi terbesar adalah sampah makanan dengan potensi tertinggi 0,41 GG/tahun.
4. Pemanfaatan gas metana pada TPA Pakusari hingga penelitian ini selesai dilakukan masih belum optimal dengan nilai 22% atau bernilai 2, karena minimnya sarana prasarana yang tersedia pengolahan gas metana

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember. (2022). *Kabupaten Jember Dalam Angka*. Kabupaten Jember.
- Castellani, V., Beylot, A., & Sala, S. (2019b). *Environmental Impacts of Household Consumption In Europe: Comparing Process-Based Lca And Environmentally Extended Input-Output Analysis*. Journal Of Cleaner Production, 240, 117966.
- Chairil Saleh, H. P. (2014). *Analisa Efektifitas Pengelahan Limbah Lindi di TPA Sapit Urang Kota Malang*. Jurnal Teknik Pengairan, Vol. 5, No. 1.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2010). *Pengolahan Sampah, Diktat Kuliah*. bandung:Program Studi Teknik Lingkungan FTSL ITB.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2014). *Diktat Pengolahan Sampah*. Bandung: TeknikLingkungan Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Dobiki, J. (2018). *Analisis Ketersediaan Prasarana Persampahan di Pulau Kumo dan Pulau Kakara di Kabupaten Halmahera Utara*. Jurnal Spasial Vol. 5 N0. 2, 220-228.
- Hastuti, S. E. (2015). *Inovasi Sanitary Landfill Dalam Penanganan Sampah Pada Dinas Pertamanan Dan Kebersihan Kota Makassar*. Skripsi Universitas Hassanudin Makassar.
- IPCC. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol 5, Waste, Chapter 3, Solid Waste Disposal.
- Monice, P. (2018). *Analisis Pemanfaatan Energi Dari Pengolahan Metode LandfilDi Tempat pemrosesan akhir Muara Fajar*. [http : // jurnal.umsb.ac.id /index.php /RANG TEKNIK JOURNAL](http://jurnal.umsb.ac.id/index.php/RANG_TEKNIK_JOURNAL) Vol. I No.2 , 216-220
- Peraturan Menteri PUPR 03.PRT/2013. *Penyelenggaraan prasarana dan sarana persampahan dalam*

penanganan sampah rumah tangga dan sampah sejenis rumah tangga.

Sahil, J. (2016). *Sistem Pengelolaan dan Penanggulangan Sampah di Kelurahan Dufa-Dufa Kota Ternate*. Jurnal Bioedukasi Vol. 4 No. 2, 478-487.

SNI 19-2454-2002. *Tata cara Teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan.*

Badan Standarisasi Nasional Undang Undang Republik Indonesia Nomor 18 tahun 2008 *Tentang Pengelolaan Sampah.*

Wahyono, S. (2015). *Studi Potensi dan Kualitas Gas dari Tempat Pemrosesan Akhir Sampah Kota Probolinggo*. Jurnal Teknologi Lingkungan VOL. 16 No. 1, 15-20.