Buletin Profesi Insinyur 6(3) (2023) 083–088
http://dx.doi.org/10.20527/bpi.v6i3.203

ISSN 2654-5926

Penggunaan *Modified Triangular Method* dalam Memprediksi Emisi Gas Metan di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah Telang Kabupaten Hulu Sungai Tengah

Muhammad Sadiqul Iman[1] Chairul Irawan[2] Muhammad Abrar Firdausy[3]

[1] Pelaksana, Bidang Cipta Karya dan Penataan Ruang Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Hulu Sungai Tengah

[2] Program Studi Teknik Kimia, Universitas Lambung Mangkurat

[3] Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Lambung Mangkurat

✉ 2230811310132@mhs.ulm.ac.id

msiman.msi@gmail.com

Gas metan (CH_4) menjadi salah satu kontributor utama dalam efek GRK. Sumber utama penghasil gas metan salah satunya adalah Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui emisi gas metan di TPA Telang Kabupaten Hulu Sungai Tengah menggunakan *Modified Triangular Method* (MTM). MTM sendiri dapat digunakan dalam memprediksi volume emisi metan dengan mengasumsikan bahwa *Default Method* Intergovernmental Panel on Climate Change dan degradasi sampah meliputi 2 tahapan. Dibawah kondisi normal, fase pertama dimulai setelah satu tahun timbunan sampah di TPA dan timbulan gas akan mencapai puncaknya pada tahun ke-3 hingga ke-6 dan setelahnya akan berkurang hingga nol pada tahun ke-16 di fase kedua. Hasil perhitungan emisi CH_4 di TPA Telang mencapai puncaknya pada tahun 2021 yaitu sebesar 6,21 x 10^5 m^3/tahun dan total emisi hingga tahun ke-16 atau tahun 2031 mencapai 4,66 x 10^6 m^3/tahun.

Kata kunci: emisi, metan, Modified Triangular Method, TPA Telang

Diajukan: 28 April 2023
Direvisi: 22 Juli 2023
Diterima: 29 Juli 2023
Dipublikasikan online: 30 Juli 2023

Pendahuluan

Banyak aktivitas manusia berkontribusi pada Gas Rumah Kaca (GRK) yang saat ini terakumulasi di atmosfer. Gas yang paling penting adalah karbon dioksida (CO_2), diikuti oleh metana (CH_4), klorofluorokarbon, dan dinitrogen oksida (N_20). Sumber emisi metana ke atmosfer dapat dipecah menjadi enam kategori besar: sumber daya alam, pertanian, peternakan, produksi bahan bakar fosil, pembakaran biomassa, dan tempat pemrosesan akhir (TPA) sampah. Sumber terkecil yaitu TPA menghasilkan metana melalui dekomposisi organik. *Environmental Protection Agency* (EPA) Amerika Serikat memprediksi bahwa penimbunan sampah tidak akan meningkat terlalu banyak di negara-negara seperti Amerika Serikat di masa depan, tetapi dapat diperkirakan akan meningkat secara dramatis di negara-negara berkembang (Tchobanoglous & Kreith, 2002).

TPA Telang terletak di Kabupaten Hulu Sungai Tengah Provinsi Kalimantan Selatan, tepatnya berada pada Desa Telang Kecamatan Batang Alai Utara. Sesuai Keputusan Bupati Hulu Sungai Tengah Nomor 660/233/660.1/Tahun 2015 tentang Penetapan Lokasi Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) Kabupaten Hulu Sungai Tengah, luasan TPA sebesar ±9 Ha. Pada tahun 2020 luas TPA menjadi ±19,8 Ha, dengan 9,98 Ha merupakan luasan lahan yang belum digunakan. Luasan zona aktif eksisting dari lahan urug terkendali adalah 1,7 Ha yang mulai dioperasikan dari tahun 2016 hingga sekarang. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, sampah yang masuk ke TPA Telang dari tahun 2019 hingga tahun 2022 berturut-turut sebanyak 45,20 ton/hari; 44,00 ton/hari; 55,06 ton/hari dan 52,63 ton/hari (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, 2019, 2020, 2021, 2022). Selain air lindi sampah, produk yang dihasilkan dari sampah adalah gas metan (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Oleh sebab itu penanganan gas sangat diperlukan agar pencemaran udara di sekitar kawasan TPA sampah dapat ditangani dan dikurangi. Hal positif dari penanganan gas metan yang baik adalah manfaatnya bagi pengelola TPA dan masyarakat sekitar sebagai bahan bakar gas dan energi listrik.

Produksi Gas CH_4 dengan pengaruh resirkulasi lindi ternyata memiliki hasil signifikan, seperti yang dilakukan oleh Priyambada *et al.* (2010), dimana di dapat hasil penelitian bahwa nilai puncak produksi gas CH_4 dengan resirkulasi lindi pada reaktor sampah segar yaitu sebesar 0,292 liter pada waktu tinggal ke-22, sedangkan untuk reaktor sampah umur 3-4 bulan sebesar 5,195 liter pada hari ke-34. Suhu menjadi faktor penting dalam degradasi sampah, dimana dari hasil penelitian Priyambada *et al.* (2010), suhu yang paling baik dalam proses pembentukan biogas berada pada suhu antara 32-37^{O}C. Hal tersebut juga didukung oleh

Cara mensitasi artikel ini:
Iman, M.S., Irawan, C., dan Firdausy, M.A. (2023). Penggunaan *Modified Triangular Method* dalam Memprediksi Emisi Gas Metan di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah Telang Kabupaten Hulu Sungai Tengah. *Buletin Profesi Insinyur* 6(3) 083-088

This is an open access article under the CC BY-NC-SA license

Buletin Profesi Insinyur 6(3) (2023) 083–088
http://dx.doi.org/10.20527/bpi.v6i3.203
ISSN 2654-5926

Asri *et al*. (2013), dimana produksi gas optimum berada pada suhu konstan 35^{O}C dengan volume produksi gas metan 602,7 *arb.unit* dan laju produksi biogas 76,65 ± 5,22. Emisi gas metan sebagai GRK ke atmosfer menunjukkan produksi yang meningkat pada sore hari dimana suhu rata-rata antara 36-40^{O}C, seperti penelitian yang dilakukan oleh Lestari *et al*. (2013), di TPA Sumur Batu Kota Bekasi dengan sistem TPA *open dumping,* dimana didapat konsentrasi terendah yang terjadi di sore hari sebesar 328.004,3 µg/m^3 dan konsentrasi tertinggi sebesar 820.010,7 µg/m^3.

Tujuan penelitian ini adalah memperkirakan emisi gas metan di TPA Telang Kabupaten Hulu Sungai Tengah menggunakan *Modified Triangular Method* (MTM). Mengapa model ini digunakan, karena termasuk dalam *First-Order Models*. Dalam pemodelan ini, peluruhan bahan organik pada sampah dimodelkan mengikuti urutan pertama. Beberapa model yang umum digunakan di seluruh dunia untuk *First-Order Models* yang menonjol meliputi: *Triangular Method (TM)*; *Netherlands Single-Phase Model*; *Netherlands Multiphase Model*; *European Pollutant Emission Registrar: France Model* dan *United States LandGEM Model* (Rao *et al.*, 2017).

Perhitungan emisi ini nantinya diharapkan dapat digunakan dalam pengelolaan emisi GRK di TPA Telang, yang mana belum memanfaatkan gas metan sebagai sumber energi listrik atau lainnya (Dinas Lingkungan Hidup dan Perhubungan Kabupaten Hulu Sungai Tengah, 2022). Tentu jika dimanfaatkan secara maksimal, gas metan ini akan mendatangkan kebermanfaatan bagi masyarakat sekitar dan menjadi solusi dalam penanganan emisi gas metan tersebut.

Metode

Lokasi/ Tempat Penelitian

Pengukuran lapangan komposisi sampah dilaksanakan pada bulan Juli 2022 dan berasal dari *Dump Truck* dengan nomor polisi DA 926 E yang melayani jalur angkutan di Kecamatan Barabai. Sedangkan lokasi TPA Telang berada di Desa Telang Kecamatan Batang Alai Utara Kabupaten Hulu Sungai Tengah.

Komposisi Sampah

Komposisi sampah merupakan salah satu faktor kunci dalam menghasilkan timbulan gas metan pada TPA (Chakraborty *et al.*, 2011). Hasil pengukuran lapangan pada Juli 2022, didapatkan data bahwa komposisi sampah di Kecamatan Barabai terdiri dari sampah sisa makanan dan dedaunan sebesar 42,96%. Disusul oleh sampah plastik yang menyumbang persentase sebesar 20,00% serta ditempat ketiga adalah sampah popok dan pembalut yang mencapai 17,73%. Lebih lengkap persentase komposisi sampah di Kabupaten Hulu Sungai Tengah dapat dilihat pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Komposisi Sampah Lepas

No	Jenis Sampah	Rata-Rata	
		Berat (kg)	Komposisi (%)
1	Sisa-sisa makanan + daun-daunan (organik)	42,96	42,96 %
2	Kertas	11,31	11,31 %
3	Kayu	0,78	0,78 %
4	Kain/tekstil	0,91	0,91 %
5	Karet/kulit	0,27	0,27 %
6	Plastik	20,00	20,00 %
7	Logam	0,43	0,43 %
8	Gelas/kaca	0,84	0,84 %
9	Sampah B3	1,24	1,24 %
10	Popok & Pembalut	17,73	17,73 %
11	Dan lain-lain	3,53	3,53 %
	Jumlah	100,00	100,00 %

Sumber: Survey Primer-Juli 2022

Modified Triangular Method (MTM)

Perhitungan emisi gas metan saat ini banyak sekali metode yang digunakan. Sedangkan pada penelitian ini, TPA Telang akan menggunakan IPCC *Default Method* (DM) dan *Modified Triangular Method* (MTM). DM merupakan metode yang sangat mudah digunakan dalam memperkirakan emisi gas metan pada TPA berdasarkan pendekatan kesetimbangan massa (Mali *et al*., 2012). Persamaan perhitungan emisi metan dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$Emisi\ CH_4 = \left\{MSW_T\ x\ MSW_F\ x\ MCF\ x\ DOC\ x\ DOC_F\ x\ F\ x\ \left(\frac{16}{12} - R\right) x\ (1 - OX)\right\} \ldots\ldots (1)$$

dimana:

MSW_T = Total sampah yang dihasilkan (Gg/tahun)
MSW_F = Total sampah yang diangkut ke TPA (100%)
MCF = Faktor koreksi metan (0,4; < 5 m *depth*)
DOC = Karbon organik yang dapat terdekomposisi
DOC_F = Fraksi DOC terdekomposisi saat anaerobik (0,5)
F = Fraksi (%) metan di timbulan gas TPA (50% dari LFG)
16/12 = Rasio berat molekul CH_4/C
R = *Recovery* metan di TPA (*default* 0)
OX = Faktor oksidasi (*default* 0)
1 Gigagram (Gg) = 1000 ton (Chakraborty *et al*., 2011)

$$DOC = 0{,}4A + 0{,}17B + 0{,}15C + 0{,}3D \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Dimana:

A = % Komposisi sampah kertas, kain serta popok dan pembalut
B = % Komposisi sampah sisa makanan dan dedaunan
C = % Komposisi sampah sayuran dan buah
D = % Komposisi sampah kayu (Mali *et al*., 2012; Qazi *et al*., 2016)

Volume CH_4 didapatkan dengan persamaan rumus berikut.

Buletin Profesi Insinyur 6(3) (2023) 083–088
http://dx.doi.org/10.20527/bpi.v6i3.203 ISSN 2654-5926

$V = X \times 10^6 / D$ .....(3)

Dimana:
V = Volume CH_4 (m^3/tahun)
X = Emisi CH_4 dihitung dengan rumus DM (Gg/tahun)
D = Densitas CH_4 (0,714 kg/m^3) (Chakraborty *et al.*, 2011)

MTM sendiri dapat digunakan dalam memprediksi volume emisi metan dengan mengasumsikan bahwa DM dan degradasi sampah meliputi 2 fase (Mali *et al.*, 2012). Dibawah kondisi normal, fase pertama dimulai setelah satu tahun timbunan sampah di TPA dan timbulan gas akan mencapai puncaknya pada tahun ke-3 hingga ke-6 dan setelahnya akan berkurang hingga nol pada tahun ke-16 di fase kedua, dapat dilihat pada Gambar 1. (Chakraborty *et al.*, 2011).
Untuk menghitung puncak segitiga produksi gas metan pada tahun ke-6, maka digunakan rumus sebagai berikut.

$h = V \times 2 / 15$ .....(4)

Dimana:
h = tinggi kurva segitiga (m^3)
V = Volume CH_4 (m^3/tahun)(Chakraborty *et al.*, 2011).

Hasil dan Pembahasan

Proyeksi Timbulan Sampah Kabupaten Hulu Sungai Tengah

Proyeksi timbulan sampah di Kabupaten Hulu Sungai Tengah menggunakan beberapa data yang tersedia meliputi laju timbulan dan jumlah penduduk dari tahun 2012 hingga 2021 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik. Laju timbulan sampah sesuai hasil survey primer yang dilakukan pada bulan Juli tahun 2022 didapatkan nilai sebesar 0,176 kg/orang/hari (Iman *et al.*, 2023). Jika dibandingkan dengan hasil penelitian pada tabel 2. berikut, maka nilai laju timbulan sampah Kabupaten Hulu Sungai Tengah terbilang kecil.

Namun untuk perhitungan ini akan menggunakan nilai laju timbulan 0,4 kg/orang/hari, sesuai dengan laporan persampahan TPA Telang (Dinas Lingkungan Hidup dan Perhubungan Kabupaten Hulu Sungai Tengah, 2022).

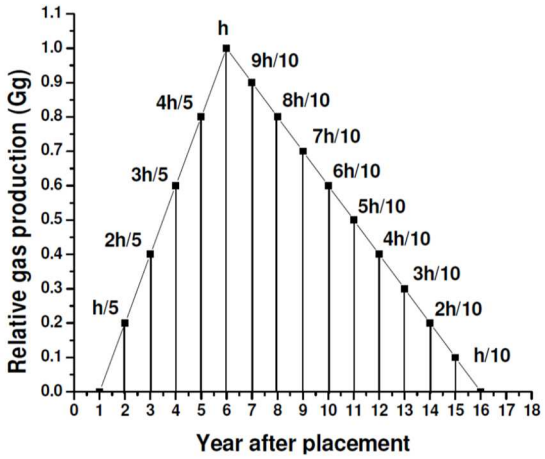
Tabel 2 Perbandingan Laju Timbulan Sampah pada Penelitian Daerah Lain di Provinsi Kalimantan Selatan

No	Kabupaten/Kota	Satuan	Nilai	Sumber
1	Hulu Sungai Selatan	kg/orang/hari	0,35	Maulida *et al.*, (2017) *dalam* (Sabrina, 2018)
		liter/orang/hari	2,26	
2	Banjar	kg/orang/hari	0,43	(Saufi, 2018)
		liter/orang/hari	4,11	
3	Banjar	kg/orang/hari	0,44	(Ananda, 2019)
		liter/orang/hari	3,17	
4	Banjarbaru	kg/orang/hari	0,36	(Rizkiannur, 2019)
		liter/orang/hari	2,64	
5	Banjarmasin	kg/orang/hari	0,26	(Sabrina *et al.*, 2021)
		liter/orang/hari	2,08	
6	Tanah Laut	kg/orang/hari	0,36	(Yustina *et al.*, 2021)
		liter/orang/hari	2,505	

Nilai laju timbulan sampah hasil survey primer tersebut terbilang kecil bisa disebabkan karena hanya berasal dari wilayah permukiman penduduk dan dari 1 Kecamatan Barabai saja. Kemudian data jumlah penduduk berguna untuk memproyeksi jumlah penduduk dari tahun 2022 hingga tahun 2031. Zona aktif di TPA Telang sendiri berfungsi dari tahun 2016 hingga sekarang, dan untuk mendapatkan hitungan emisi gas metan dengan *triangular method* maka perlu data hingga tahun ke-16 atau tahun 2031. Proyeksi volume dan berat sampah yang masuk ke TPA Telang dapat dilihat pada Tabel 3. dan Tabel 4.

Default Methodology (DM)

Berdasarkan Tabel 4. maka didapat bahwa total sampah yang masuk ke TPA Telang dari Tahun 2016 hingga 2022 mencapai 127.762,60 ton/tahun = 128 Gg/tahun. Diasumsikan bahwa semua sampah yang dihasilkan per harinya diangkut 100% ke TPA, maka nilai MSW_F sebesar 1. Untuk mendapatkan nilai DOC, maka akan digunakan rumus (2) dan Tabel 1., sehingga didapatkan nilai sebagai berikut.



Gambar 1 Produksi Gas Menggunakan *Triangular Method* (*Sumber* : Mali *et al.*, 2012)

 ISSN 2654-5926

Tabel 3 Volume Sampah yang diangkut ke TPA Telang Tahun 2016-2022 dan Proyeksinya Tahun 2023-2031

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	% Penduduk Terlayani	Laju Timbulan Sampah (Kg/Orang/Hari)	Laju Timbulan Sampah (L/Orang/Hari)	Penduduk Terlayani (jiwa)	Volume Sampah diangkut ke TPA (m^3/tahun)	Volume Sampah Terlayani (m^3/hari)
1	2016	263376	48,02%	0,400	1,810	126463	83563,1	228,94
2	2017	266501	48,04%	0,400	1,810	128032	84599,8	231,78
3	2018	269384	47,66%	0,400	1,810	128379	84829,1	232,41
4	2019	272419	41,48%	0,400	1,810	113000	74667,1	204,57
5	2020	258721	42,52%	0,400	1,810	110000	72684,8	199,14
6	2021	263041	52,33%	0,400	1,810	137650	90955,1	249,19
7	2022	269917	48,75%	0,400	1,810	131575	86940,9	238,19
8	2023	271431	60,00%	0,400	1,810	162859	107612,4	294,83
9	2024	272946	61,00%	0,400	1,810	166497	110016,4	301,41
10	2025	274461	62,00%	0,400	1,810	170166	112440,5	308,06
11	2026	275975	63,00%	0,400	1,810	173864	114884,6	314,75
12	2027	277490	64,00%	0,400	1,810	177594	117348,6	321,50
13	2028	279005	65,00%	0,400	1,810	181353	119832,7	328,31
14	2029	280519	66,00%	0,400	1,810	185143	122336,9	335,17
15	2030	282034	67,00%	0,400	1,810	188963	124861,0	342,08
16	2031	283548	68,00%	0,400	1,810	192813	127405,2	349,06

Tabel 4 Berat Sampah yang diangkut ke TPA Telang Tahun 2016-2022 dan Proyeksinya Tahun 2023-2031

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	% Penduduk Terlayani	Laju Timbulan Sampah (Kg/Orang/Hari)	Penduduk Terlayani (jiwa)	Berat Sampah Total (ton/tahun)	Berat Sampah Total (ton/hari)	Berat Sampah diangkut ke sel TPA (ton/tahun)	Berat Sampah diangkut ke sel TPA (ton/hari)
1	2016	263376	48,02%	0,400	126463	38452,90	105,35	18464	50,59
2	2017	266501	48,04%	0,400	128032	38909,15	106,60	18693	51,21
3	2018	269384	47,66%	0,400	128379	39330,06	107,75	18743	51,35
4	2019	272419	41,48%	0,400	113000	39773,17	108,97	16498	45,20
5	2020	258721	42,52%	0,400	110000	37773,27	103,49	16060	44,00
6	2021	263041	52,33%	0,400	137650	38403,99	105,22	20096	55,06
7	2022	269917	48,75%	0,400	131575	39407,85	107,97	19209	52,63
8	2023	271431	60,00%	0,400	162859	39628,99	108,57	23777	65,14
9	2024	272946	61,00%	0,400	166497	39850,12	109,18	24309	66,60
10	2025	274461	62,00%	0,400	170166	40071,26	109,78	24844	68,07
11	2026	275975	63,00%	0,400	173864	40292,39	110,39	25384	69,55
12	2027	277490	64,00%	0,400	177594	40513,52	111,00	25929	71,04
13	2028	279005	65,00%	0,400	181353	40734,66	111,60	26478	72,54
14	2029	280519	66,00%	0,400	185143	40955,79	112,21	27031	74,06
15	2030	282034	67,00%	0,400	188963	41176,93	112,81	27589	75,59
16	2031	283548	68,00%	0,400	192813	41398,06	113,42	28151	77,13

$DOC = 0{,}4A + 0{,}17B + 0{,}15C + 0{,}3D$

DOC = 0,4 (29,95%) + 0,17 (42,96% + 0,15 (0%) + 0,3 (0,78%)

DOC = 0,19516

DOC_F menggunakan nilai angka *default* dari IPCC yaitu 0,5. Fraksi (F) gas metan menggunakan angka *default* IPCC yaitu sebesar 0,5, hal ini mengasumsikan bahwa TPA Telang menghasilkan 50% gas CH_4. OX merupakan faktor oksidasi yang menggunakan angka *default* IPCC yaitu 0,1, dikarenakan TPA Telang menerapkan sistem lahan urug terkendali yang menggunakan tanah penutup. Berdasarkan informasi dari pengelola TPA Telang, kedalaman *landfill* eksisting adalah 4,5 meter (Dinas Lingkungan Hidup dan Perhubungan Kabupaten Hulu Sungai Tengah, 2022). Sehingga dapat didefinisikan bahwa TPA yang tidak terkelola dengan baik dan memiliki kedalaman kurang dari 5 meter, maka nilai MCF sesuai *default* dari IPCC adalah sebesar 0,4. Nilai R yang berdasarkan nilai *default* IPCC diperoleh untuk pemulihan CH_4 adalah sebesar 0.

Kemudian dengan menggunakan rumus (1), maka didapatkan nilai emisi metan yaitu :

Emisi CH_4 = 128 Gg/tahun x 1 x 0,4 x 0,19516 x 0,5 x 0,5 x (16/12 – 0) x (1 – 0,1)

Emisi CH_4 = 3,3245 Gg/tahun

Volume metan kemudian dapat dihitung dengan persamaan (3), sehingga didapat nilai sebagai berikut.

$V = X \times 10^6 / D$

V = 3,3245 Gg/tahun x 10^6 kg/Gg / 0,714 kg/m^3

V = 4.656.237,12 m^3/tahun

V = 4,66 x 10^6 m^3/tahun

Estimasi Metan Menggunakan *Modified Triangular Method* (MTM)

Setelah mendapatkan nilai volume metan, maka perhitungan selanjutnya adalah mendapatkan nilai emisi metan tiap tahunnya berdasarkan kurva segitiga

 ISSN 2654-5926

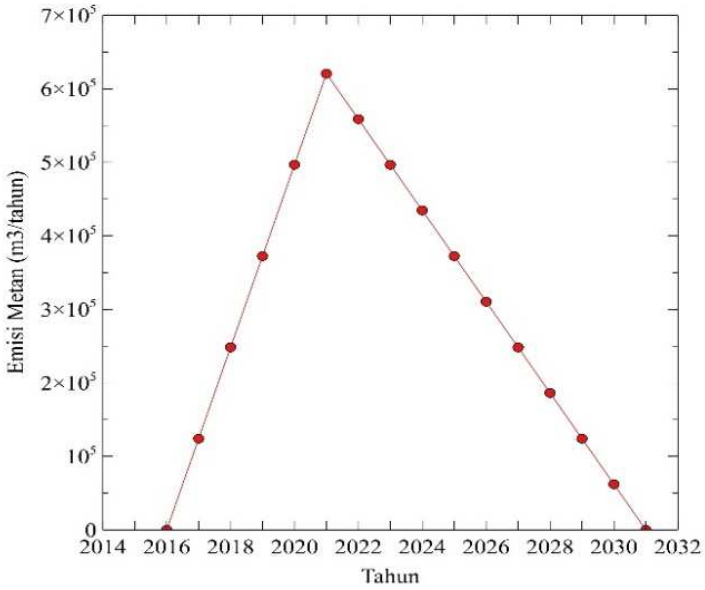
pada Gambar 1. dan persamaan (4). Sehingga hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5. dan Gambar 2. Nilai puncak emisi metan berada pada tahun 2021 atau tahun ke-6, yaitu sebesar 620831,62 m^3/tahun = 6,21 x 10^5 m^3/tahun. Berdasarkan Tabel 5. dan Gambar 2., maka dapat dijelaskan bahwa emisi metan meningkat dari tahun ke-1 hingga tahun ke-6 atau dari tahun 2016 hingga tahun 2021. Kemudian mengalami pengurangan hingga tahun ke-16 atau tahun 2031. Total emisi metan selama 16 tahun menggunakan MTM mencapai 4,66 x 10^6 m^3/tahun.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Chakraborty *et al*. (2011), diketahui bahwa pengukuran gas metan langsung di lokasi TPA merupakan cara paling akurat untuk mendapatkan estimasi gas metan yang dihasilkan. Namun metode lain yang dianggap mendekati pengukuran langsung adalah *First Ordey Decay* (FOD), MTM dan terakhir adalah DM. Penelitian (Mor *et al*., 2006) juga mempertegas bahwa FOD dan MTM memiliki hasil yang sangat mirip dan dapat digunakan dalam menghitung emisi metan. Penggunaan MTM pada penelitian lainnya yaitu pada lokasi TPST Bantargebang dengan total emisi gas metan hingga tahun ke-16 mencapai 26,68 x 10^6 m^3/tahun (Saragih *et al.*, 2018).

Melalui Gambar 2., maka dapat disimpulkan bahwa besarnya timbulan sampah dapat meningkatkan timbulan GRK yang terbentuk di TPA yang disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk dan pelayanan. Degradasi lahan seperti zona penyangga yang dapat menyerap karbon dioksida dan metana juga dapat mempengaruhi rentang emisi GRK (Yodi *et al.*, 2020).

Tabel 5 Estimasi Emisi Metan Menggunakan MTM di TPA Telang Kabupaten Hulu Sungai Tengah

Tahun Ke-	Tahun	MTM (m^3/tahun)
1	2016	0,00
2	2017	124166,32
3	2018	248332,65
4	2019	372498,97
5	2020	496665,29
6	2021	620831,62
7	2022	558748,45
8	2023	496665,29
9	2024	434582,13
10	2025	372498,97
11	2026	310415,81
12	2027	248332,65
13	2028	186249,48
14	2029	124166,32
15	2030	62083,16
16	2031	0,00



Gambar 2 Estimasi Emisi Metan Menggunakan *MTM* di TPA Telang Kabupaten Hulu Sungai Tengah

 ISSN 2654-5926

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini adalah estimasi emisi gas metan di TPA Telang Kabupaten Hulu Sungai Tengah menggunakan MTM, dengan menggunakan data sampah yang masuk ke TPA Telang dari Tahun 2016 hingga tahun 2022. Hasil perhitungan emisi CH_4 mencapai puncaknya pada tahun ke-6 atau tahun 2021 yaitu mencapai 6,21 x 10^5 m^3/tahun dan total emisi hingga tahun ke-16 atau tahun 2031 mencapai 4,66 x 10^6 m^3/tahun. Tentunya emisi metan yang besar ini dapat menjadi sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan jika dapat dikelola dengan baik oleh Pemerintah Kabupaten Hulu Sungai Tengah.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih ditujukan kepada Bapak Bupati H. Aulia Oktafiandi S.T., M.AppCom., Bapak H. Syahidin, S.T., M.T., selaku Kepala Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Hulu Sungai Tengah serta Bapak Dr. H. Sa'dianoor, S.T., M.Si., selaku Kepala Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman Kabupaten Hulu Sungai Tengah yang telah membantu penulis dalam penyelesaian karya tulis ilmiah ini. Saudari Anissa Fitri dan Saudara Arya Wicaksana selaku mahasiswa program studi Teknik Lingkungan ULM yang telah membantu menyediakan data primer komposisi sampah. Serta dibantu dengan Bapak Elfha Yunia Rachman, S.T., selaku Kepala Bidang Cipta Karya & Penataan Ruang dan Bapak H. Muhammad Fadillah, S.T., selaku Kepala Bidang Pengelolaan Sampah, Limbah B3, dan Peningkatan Kapasitas, Dinas Lingkungan Hidup dan Perhubungan Kabupaten Hulu Sungai Tengah, yang telah menyediakan data-data persampahan dalam penelitian ini.

Referensi

Ananda, R. I. (2019). *Studi Timbulan, Komposisi Dan Karakteristik Sampah Domestik di Wilayah Timur Kecamatan Martapura Kabupaten Banjar*. Tugas Akhir, Universitas Lambung Mangkurat.

Asri, A., Arman, Y., & Lapanporo, B. P. (2013). Rancang Bangun Dan Analisis Parameter Fisis Reaktor Biogas Untuk Pengoptimalan Produksi Gas Metan Dari Sampah Organik. *Prisma Fisika*, *I*(1), 27–32.

Chakraborty, M., Sharma, C., Pandey, J., Singh, N., & Gupta, P. K. (2011). Methane Emission Estimation from Landfills in Delhi : A Comparative Assessment of Different Methodologies. *Atmospheric Environment*, *45*, 7135–7142. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.09.015

Dinas Lingkungan Hidup dan Perhubungan Kabupaten Hulu Sungai Tengah. (2022). *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Hulu Sungai Tengah Tahun 2022*. Dinas Lingkungan Hidup dan Perhubungan Kabupaten Hulu Sungai Tengah.

Iman, M. S., Fitri, A., Wicaksana, A., & Annisa, N. (2023). Laju Timbulan, Densitas Sampah Lepas Serta Komposisi Sampah di Kecamatan Barabai Kabupaten Hulu Sungai Tengah. *EnviroScienteae*, *19*(2), 32–38.

Lestari, L. I., Soemirat, J., & Dirgawati, M. (2013). Penentuan Konsentrasi Gas Metan di Udara Zona 4 TPA Sumur Batu Kota Bekasi. *Reka Lingkungan*, *1*(1), 1–11.

Mali, S. T., Khare, K. C., & Biradar, A. H. (2012). Estimation of Methane Gas Emission from Municipal Solid Waste Landfill: Pune City, India. *Environmental Research Journal*, *6*(1), 71–81.

Mor, S., Ravindra, K., De Visscher, A., Dahiya, R. P., & Chandra, A. (2006). Municipal solid waste characterization and its assessment for potential methane generation: A case study. *Science of the Total Environment*, *371*(1–3), 1–10. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.04.014

Priyambada, I. ., Budiharjo, M. A., & Aprianti, J. (2010). Pengaruh Resirkulasi Lindi terhadap Produksi Gas Metan (CH4). *Jurnal Presipitasi*, *7*(1), 36–41.

Qazi, W. A., Azam, M.-H., Mehmood, U. A., Al-Mufragi, G. A., Alrawahi, N.-A., & Abushammala, M. F. M. (2016). Quantification of Methane Emissions From Solid Waste in Oman Using IPCC Default Methodology. *International Journal of Environmental and Ecological Engineering*, *10*(2), 173–177. https://doi.org/10.5281/zenodo.1111584

Rao, M. N., Sultana, R., & Kota, S. H. (2017). *Solid and Hazardous Waste Management* (K. McCombs (ed.)). Joe Hayton.

Rizkiannur, M. (2019). *Studi Timbulan, Komposisi dan Karakteristik Sampah Domestik Kota Banjarbaru*. Tugas Akhir, Universitas Lambung Mangkurat.

Sabrina, G. N. (2018). *Studi Timbulan dan Komposisi Sampah Rumah Tangga Kota Banjarmasin*. Tugas Akhir, Universitas Lambung Mangkurat.

Sabrina, G. N., Mahyudin, R. P., & Firmansyah, M. (2021). Studi Timbulan Dan Komposisi Sampah Rumah Tangga Kota Banjarmasin. *Jernih: Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa*, *4*(1), 13–20. https://doi.org/10.20527/jernih.v4i1.736

Saragih, B. R., Siregar, S. R. H., & Surjosatyo, A. (2018). Evaluation of Waste Potential in TPST Bantargebang Through Modified Triangular Method. *E3S Web of Conferences*, *67*, 1–4.

Saufi, H. (2018). *Studi Timbulan, Komposisi dan Karakteristik Sampah Domestik di Kabupaten Banjar Wilayah Barat (Kecamatan Gambut, Sungai Tabuk dan Kertak Hanyar)*. Tugas Akhir, Universitas Lambung Mangkurat.

Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. (2019). *Capaian Kinerja Penanganan Tahun 2019 Pemrosesan Akhir Kabupaten Hulu Sungai Tengah*.

Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. (2020). *Capaian Kinerja Penanganan Tahun 2020 Pemrosesan Akhir Kabupaten Hulu Sungai Tengah*.

Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. (2021). *Capaian Kinerja Penanganan Tahun 2021 Pemrosesan Akhir Kabupaten Hulu Sungai Tengah*.

Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. (2022). *Capaian Kinerja Penanganan Tahun 2022 Pemrosesan Akhir Kabupaten Hulu Sungai Tengah*.

Tchobanoglous, G., & Kreith, F. (2002). *Handbook of Solid Waste Management*. McGraw-Hill Education. https://doi.org/10.1201/b22171-12

Yodi, Suryawan, I. W. K., & Afifah, A. S. (2020). Estimation of Green House Gas (GHG) Emission at Telaga Punggur landfill using triangular, LandGEM, and IPCC methods. *Journal of Physics: Conference Series*, *1456*(1), 1–7. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1456/1/012001

Yustina, Suyanto, Mahyudin, R. P., & Sofia, L. A. (2021). Analisis Timbulan, Komposisi dan Arahan Pengelolaan Sampah di Kecamatan Pelaihari Kabupaten Tanah Laut. *EnviroScienteae*, *17*(3), 186–190.