PLL 02

Potensi Produksi Gas Metana Dari Kegiatan *Landfilling* di TPA Muara Fajar, Pekanbaru

Aryo Sasmita, Ivnaini Andesgur, Herfi Rahmi
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas
Teknik Universitas Riau
Email: aryosasmita@gmail.com

Abstrak

Kota Pekanbaru merupakan kota besar dengan jumlah penduduk 1.038.118 jiwa pada tahun 2015, dengan pertumbuhan penduduk sebesar 2,63% per tahun. Jumlah penduduk yang besar tersebut memiliki konsekuensi di bidang pengelolaan lingkungan, salah satunya adalah besarnya timbulan sampah yang dihasilkan oleh aktivitas masyarakat Kota Pekanbaru. Berdasarkan data yang tercatat di TPA Muara Faja, besarnya sampah yang masuk ke TPA Muara Fajar, setiap bulannya mencapai 14.500 Ton. Proses degradasi material organik yang berasal dari sampah akan menghasilkan gas metana (CH_4), CO_2, sisa bahan toksik, dan bau. Gas metana dan gas CO_2 merupakan gas rumah kaca yang berkonstribusi terhadap pemanasan global. Walaupun demikian gas metana dapat pula dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis seberapa besar produksi gas metana yang diproduksi dari proses pembuangan sampah di TPA secara *landfilling* dan berapa lama lagi TPA muara Fajar masih dapat beroperasi menampung sampah Kota Pekanbaru. Dilakukan survey untuk mengetahui besarnya timbulan sampah yang masuk ke TPA setiap harinya dan berapa luas lahan yang masih tersisa untuk menerima sampah kota. Dalam penelitian ini menggunakan *software Landgem* untuk menghitung produksi gas metana yang dihasilkan dari proses degradasi sampah TPA. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berdasarkan perhitungan timbulan sampah yang masuk setiap hari, TPA Muara Fajar hanya dapat beroperasi menampung sampah Kota Pekanbaru hingga bulan Oktober 2018. Dari hasil perhitungan menggunakan program *Landgem* menunjukkan hasil bahwa produksi gas metana dari degradasi sampah terbesar pada tahun 2019 sebesar 1.331.487 m^3/tahun dan gas tersebut akan habis pada tahun 2096.

Kata kunci: produksi gas metana, timbulan sampah kota, program *landgem*

1.0 PENDAHULUAN

Kota Pekanbaru merupakan kota besar dengan jumlah penduduk 1. 038.118 jiwa pada tahun 2015, dengan pertumbuhan penduduk sebesar 2,63% / tahun. (BPS, 2015). Jumlah penduduk yang besar tersebut, memiliki konsekuensi dibidang pengelolaan lingkungan, salah satunya adalah besarnya timbulan sampah yang dihasilkan oleh aktivitas masyarakat Kota Pekanbaru.

Rencana pengelolaan sampah yang masih sering digunakan hingga saat ini di Indonesia adalah dengan metode kumpul, angkut, dan buang, dimana yang diharapkan sebuah kota dalam menyelesaikan masalah persampahannya adalah dengan pengolahan

ISSN : 1907-0500

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

sampah dengan landfilling pada sebuah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah. Berdasarkan PP 81 no 2012, Tempat pemrosesan akhir yang selanjutnya disingkat TPA

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

adalah tempat untuk memroses dan mengembalikan sampah ke media lingkungan. merupakan komponen penting dalam sistem manajemen persampahan.

TPA akan menerima segala resiko akibat pola pembuangan sampah terutama yang berkaitan dengan kemungkinan terjadinya pencemaran lindi (leachate) ke badan air maupun air tanah, pencemaran udara oleh gas, dan efek rumah kaca serta berkembang biaknya vektor penyakit seperti lalat. Potensi pencemaran leachate maupun gas dari suatu landfill ke lingkungan sekitarnya cukup besar mengingat proses pembentukan leachate dan gas dapat berlangsung dalam waktu yang cukup lama yaitu hingga 20-30 tahun setelah TPA ditutup (Thobanoglous, 1993).

TPA Muara Fajar merupakan salah satu tempat pembuangan akhir sampah yang berdiri sejak tahun 1982 dengan luas lahan sekitar 8,6 hektar berada di Kecamatan Rumbai, Kelurahan Muara Fajar. Pembangunan TPA pada awal perencanaan menerapkan metode *sanitary landfill*, namun operasi serta fasilitas yang belum memadai mengakibatkan TPA menerapkan metode *open dumping* dalam pengelolaan sampah.

Dari data yang dikeluarkan Dinas Kebersihan dan Pertahanan (2014), diketahui bahwa besarnya sampah yang masuk ke TPA Muara Fajar, setiap bulannya mencapai 14.500 Ton. Besarnya jumlah sampah yang masuk ke TPA ini menjadi masalah baru bagi kota Pekanbaru jika tidak ditanganani dengan serius. Dengan besarnya jumlah sampah yang masuk, menyebabkan TPA yang ada akan cepat penuh, dan pemerintah diwajibkan mencari tempat untuk TPA yang baru, sedangkan untuk mencari lahan yang cocok untuk TPA tidaklah mudah, karena harus memenuhi persyaratan yang tidak sedikit.

Proses degradasi material organik yang berasal dari sampah akan menghasilkan gas metana (CH_4), CO_2, sisa bahan toxic, dan bau. Gas metana dan gas CO_2 merupakan gas rumah kaca yang berkonstribusi terhadap pemanasan global.(Park, 2011). Akan tetapi, gas metana dapat pula dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif. Oleh karena besarnya jumlah sampah yang masuk ke TPA merupakan suatu kesempatan untuk memanfaatkannya menjadi energi alternatif.

Berdasarkan kondisi – kondisi situasional tersebut diatas, peneliti menarik kesimpulan bahwa pentingnya dilakukan penelitian mengenai kondisi pengelolaan persampahan di Kota Pekanbaru, lebih fokusnya di TPA muara Fajar. Penelitian yang akan dilakukan ini adalah menganalisis berapa besar produksi gas metana yang diproduksi dari proses pembuangan sampah di TPA secara landfilling dan berapa lama lagi TPA muara Fajar masih dapat beroperasi menampung sampah Kota Pekanbaru. Penggunaan software Landgem, sebagai software ynag telah diakui IPCC(2006) dan USEPA (2005) dalam menghitung produksi gas metana yang dihasilkan oleh TPA.

2.0 METODOLOGI

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini, maka dilakukan pembuatan kerangka penelitian yang terdiri atas: perumusan ide studi, studi pustaka yang terkait, pengumpulan data primer dan data sekunder, penganalisaan data dan pembahasan sehingga dapat ditarik kesimpulan dari penelitian ini.

2.1 Literatur View

Penelitian ini didahului dengan telaah pustaka yaitu menemukan teknologi yang tepat dan sesuai untuk digunakan. Telaah pustaka dilakukan dengan menemukan data-data pendahuluan seperti jumlah penduduk Kota Pekanbaru, produksi sampah kota Pekanbaru, dan teknologi yang digunakan sekarang di TPA Muara Fajar.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

2.2 Pengumpulan data

Pengumpulan data terbagi menjadi pengumpulan data Primer dan data sekunder, antara lain:

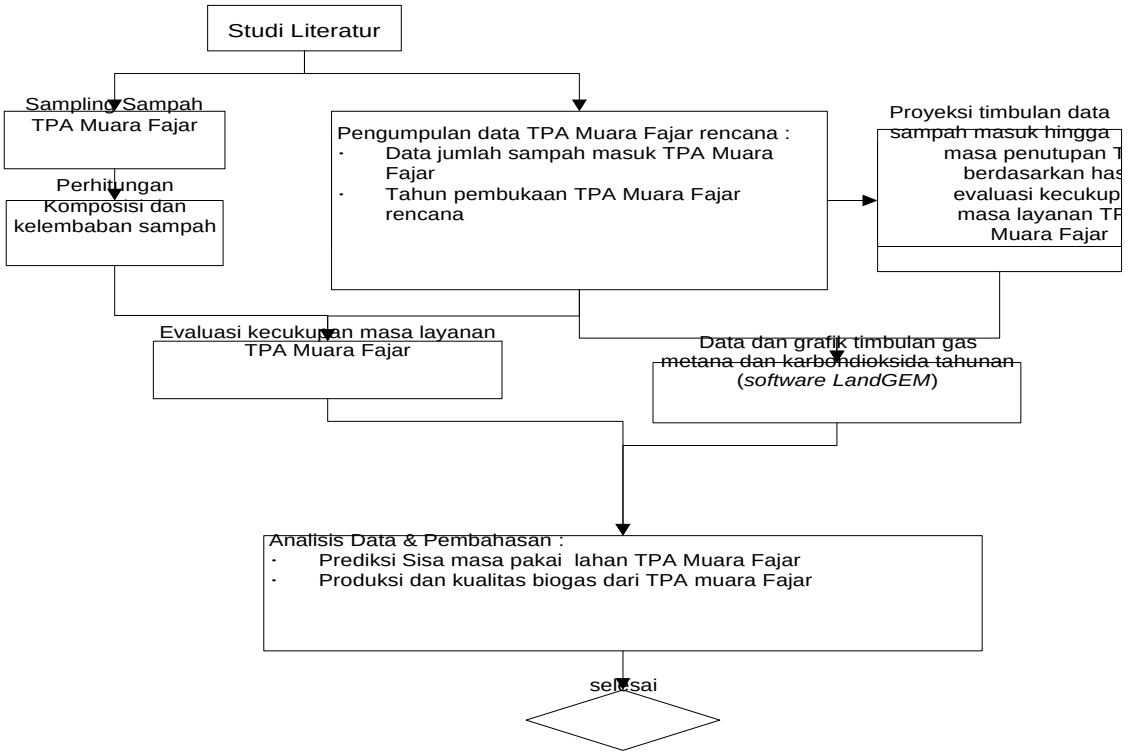
1. Data Primer yang diperlukan adalah, komposisi dan kelembaban sampah yang ada di TPA muara Fajar. Data ini didapat dengan cara sampling di langsung di TPA Muara Fajar.
2. Data Sekunder yang diperlukan antara lain, data timbulan sampah dan data sampah yang masuk ke TPA. Data ini diperlukan untuk merencakan pengelolaan sampah yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Data timbulan sampah kota dapat pula direncakan dari banyaknya jumlah penduduk Pekanbaru ataupun data besarnya jumlah sampah yang masuk ke TPA Muara Fajar.

2.3 Perhitungan sisa masa pakai TPA Muara Fajar

Dari data yag dikumpulkan akan dilakukan perhitungan sisa masa pakai TPA Muara fajar, untuk menjadi dasar perhitungan produksi gas metana

2.4 Perhitungan potensi gas metana

Dari data – data yang telah dikumpulkan diatas, termasuk perhitungan sisa mas pakai TPA Muara Fajar, dilakukan pengolahan data dan perhitungan potensi nilai metana dari proses pengolahan sampah di TPA. Dalam hal ini akan digunakan program bantu Landgem.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proyeksi Timbulan Sampah dan Perkiraan Masa Layanan TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana

Proyeksi timbulan sampah dihitung berdasarkan data jembatan timbang (*weight volume analysis*) selama masa periode 6 tahun TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru. Data rekapitulasi timbulan sampah yang masuk ke TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru berdasarkan data jembatan timbang dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Rekapitulasi Timbulan Sampah

Tahun	Timbulan Sampah				Volume Sampah	
	Total		Rata-Rata		Total	Rata-Rata
	Kg	Ton	Kg/hari	Ton/hari	m^3	m^3/hari
2010	53.485.550	53.485,55	146.535,75	146,54	618.292,96	1.693,95
2011	78.773.280	78.773,28	215.817,21	215,82	910.619,12	2.494,85
2012	79.579.470	79.579,47	217.430,25	217,43	917.425,18	2.513,49
2013	133.500.260	133.500,26	365.754,14	365,75	1.543.263,01	4.228,12
2014	144.532.700	144.532,70	395.980,00	395,98	1.670.798,01	4.577,53
2015	148.819.753	148.819,75	407.725,35	407,73	1.720.356,34	4.713,31

Sumber : DKP Kota Pekanbaru, 2016

Berdasarkan data pada Tabel 1, maka dapat diperoleh hasil proyeksi timbulan sampah Kota Pekanbaru selama periode desain TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana, yaitu tahun 2017 hingga 2026. Proyeksi timbulan sampah Kota Pekanbaru dihitung menggunakan metode aritmatika, geometri, dan *least square*. Pemilihan metode terbaik berdasarkan nilai standar deviasi (s) terkecil dan faktor korelasi (r) mendekati 1 dari ketiga metode tersebut. Sehingga dari metode terpilih diperoleh pertambahan jumlah timbulan sampah pertahun di Kota Pekanbaru di masa yang akan datang. Perbandingan nilai faktor korelasi (r) dan standar deviasi (s) untuk setiap metode disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai Faktor Korelasi (r) dan Standar Deviasi (s) Setiap Metode

No	Nilai	Aritmatika	Geometri	*Least Square*
1	Faktor korelasi (r)	0,938	0,902	0,957
2	Standar deviasi (s)	11.841.882	15.070.891	590.082,5

Berdasarkan Tabel 2 metode proyeksi timbulan sampah terpilih dan paling mendekati gambaran data timbulan sampah Kota Pekanbaru dimasa yang akan datang adalah metode *least square*. Metode *least square* terpilih berdasarkan hasil analisa statistik dengan nilai faktor korelasi (r) = 0,957 yang paling mendekati 1 dan memiliki standar deviasi terkecil dibandingkan metode lainnya, yaitu 590.082,5.

Hasil proyeksi timbulan sampah Kota Pekanbaru berdasarkan data jembatan timbang untuk TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana tahun 2017-2020 dengan metode *least square* dapat dilihat pada Tabel 3.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Tabel 3 Proyeksi Timbulan Sampah Kota Pekanbaru Metode *Least Square*

Tahun	Timbulan Sampah (kg)
2016	179.235,508,67
2017	200.031.796,24
2018	220.828.083,81
2019	241.624.371,38
2020	262.420.658,95

3.2 Perkiraan volume sampah TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana

Perkiraan volume sampah TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana diperoleh berdasarkan hasil proyeksi timbulan sampah dan diperhitungkan dengan beberapa asumsi pendekatan berupa faktor kompaksi di lokasi lahan urug dengan dan volume sampah yang akan direduksi oleh pemulung di kawasan TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana.

Proses daur ulang berupa pemanfaatan kembali bahan-bahan yang ada pada sampah biasanya dilaksanakan oleh pemulung. Bila dibandingkan dengan TPS, pemulungan sampah di TPA di beberapa kota di Indonesia rata-rata memiliki persentase yang besar, yaitu kira- kira 5% dari sampah yang tiba di TPA (Damanhuri dan Padmi, 2012). Tingkat kepadatan (kompaksi) timbunan sampah yang diharapkan pada TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana berdasarkan *Standard Operating Procedure* (SOP) *Detail Engineering Design* TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru sebesar 600-700 kg/m^3 (0,60-0,70 ton/m^3). Tingkat kompaksi tersebut dicapai melalui pelintasan kompaktor atau dozer sebagai alat pemadat sampah sebanyak 5 kali pada setiap ketinggian sampah setelah mencapai 0,5 m.

Pada penelitian ini asumsi pendekatan yang digunakan pada perhitungan masa layanan berdasarkan kapasitas TPA yaitu faktor reduksi TPA oleh pemulung sebesar 5% dan densitas sampah setelah kompaksi dengan pelintasan kompaktor adalah 0,7 ton/m^3.

Tabel 4 Perkiraan Volume Sampah TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru Rencana

No	Tahun	Timbulan Sampah (kg)	Timbulan Sampah (ton)	Tahun 2016-2020			
				Reduksi di TPA oleh pemulung (5%)	Produksi Sampah (ton)	Densitas Sampah Setelah kompaksi (ton/m^3)	Volume Sampah Setelah kompaksi (m^3)
1	2016	179.235,508,67	179.235,50	8.961.77	170.273,73	0,7	243,248,19
2	2017	200.031.796,24	200.031,80	10.001,59	190.030,21		271.471,72
3	2018	220.828.083,81	220.828,08	11.041,40	209.786,68		299.695,26
4	2019	241.624.371,38	241.624,37	12.081,22	229.543,15		327.918,79
5	2020	262.420.658,95	262.420,66	13.121,03	249.299,63		356.142,32

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

3.3 Perkiraan masa layanan lahan urug (*landfill*) TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana

Perkiraan masa layanan lahan urug (*landfill)* di TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana dihitung berdasarkan kecukupan luas lahan urug yang direncanakan pada DED (*Detail Engineering Design*) TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana terhadap jumlah timbulan sampah yang masuk ke TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru berdasarkan data jembatan timbang (*weight volume analysis*) dan faktor reduksi di TPA serta faktor kompaksi sampah oleh alat berat di TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana.

Berdasarkan data TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana dari total lahan 8,6 ha yang tersedia hanya tersisa sekitar 2 Ha lahan yang belum dipakai sebagai zona *landfill* sampah. Perhitungan kapasitas lahan urug (*landfill*) TPA diperoleh dari perhitungan volume lahan urug yang diperkirakan sebagai berikut.

Kedalaman landfill = 30 m
Tinggi tumpukan di atas permukaan tanah = 5 m
Tinggi total tumpukan sampah = 35 m
Tinggi tumpukan terisi = 10 m
Sisa tinggi tumpukan sampah = 25 m
Kapasitas Landfill Sisa = 500.000 m^3

Berdasarkan hasil perhitungan volume sampah pada Tabel 4 dan dibandingkan dengan Luas *landfill* TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru yang tersisa seluas 2 Ha hanya dapat menampung sampah hingga bulan September 2018.

3.4 Analisis Produksi Metana dan Karbondioksida TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru Rencana

Analisis produksi metana dan karbondioksida dilakukan pada keseluruhan area *landfill* TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru berdasarkan total sampah masuk tahunan yang diperkirakan, beroperasi hingga tahun 2018. Identifikasi laju timbulan emisi gas metana dan karbondioksida di area TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana dianalisa dengan *spreadsheet* LandGEM untuk keperluan analisis dispersi gas. Parameter model untuk kebutuhan analisis dalam LandGEM menggunakan pilihan standar yang telah disediakan oleh LandGEM dan disesuaikan dengan kondisi lokasi penelitian.

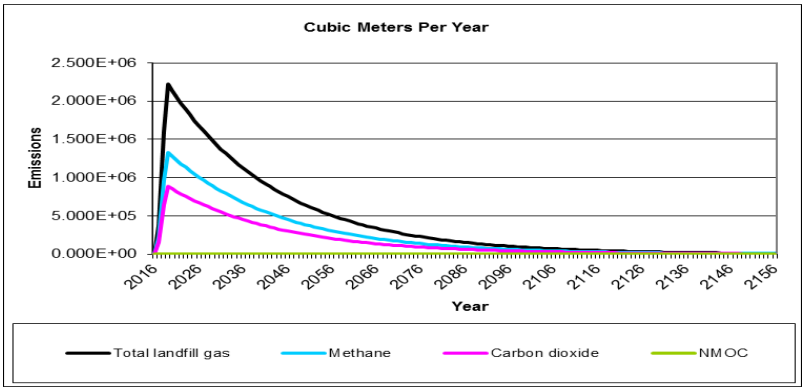
Tabel 5 Data masukan *spreadsheet* LandGEM

Karakteristik *Landfill*		
Tahun awal operasional *(Landfill open year)*	:	2016
Tahun penutupan *(Landfill closure year)*	:	2018
Perhitungan tahun penutupan	:	*No*
Parameter Model		
Koefisien timbulan metana (k)	:	0,04 per tahun (konvensional)
Kapasitas potensi timbulan metana (Lo)	:	100 m^3/Mg (konvensional)
Karbon organik non metana (NMOC)	:	*Unknown*

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Persentase komposisi metana : 60% *by volume*

Hasil analisis LandGEM menunjukkan total gas *landfill* yang dihasilkan oleh TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana menunjukkan nilai timbulan gas pada tahun 2019 berada pada titik puncaknya yaitu sebesar 2.919.144 m^3/tahun, timbulan gas metana 1.331.487 m^3/tahun, dan total timbulan gas karbondioksida 877.658 m^3/tahun. Produksi Gas yang dihasilkan oleh degradasi sampah pada Proses *Landfilling* akan habis pada tahun 2096. Grafik gas yang dihasilkan TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru rencana ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2. Grafik Timbulan Gas TPA Muara Fajar Kota Pekanbaru Rencana (m^3/tahun)

Daftar Pustaka

Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Pekanbaru. 2015. *Pekanbaru dalam angkat 2015.*

Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC).2006. *WASTE –IPCC Good Practice Guidance and Uncertanty Management in National Greenhouse Gas Inventories*.

Jeswani, Harish., Smith, R., & Azapagic, A. 2012. *Energy from waste: carbon footprint of incinerationand landfill biogas in the UK.* International Journal of Life Cycle Assessment Edition: DOI 10.1007/s11367-012-0441-8

Nikiema, R. Brzezinski, M. Heitz, *Elimination of methane generated from landfills by biofiltration: a review,* Rev. Environ. Sci. Biotechnol. 6 (2007) 261–284.

Park, Jin-Won., Shin, Ho-Chul. 2011. *Surface emission of landfill gas from solid waste landfill*. Journal Atmospheric Environment, edition: 35 (2011) 3445–3451

Tchobanoglous, G., Hilary theisen, Samuel, A. Vigil. (1993). *"Integrated Solid Waste Management"*. Mc – Graw Hill Internasional Editions – Civil Engineering Series. New York – United States.

Winayanti, I. 2009. *Studi Produksi Gas Metan(CH4) dan Karbondioksida (CO2) dari Timbunan Sampah.* Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS. Surabaya.

Zamorano, M., Perez, Paves, Ridao. 2007. *Study of the energy potential of the biogas produced by an urban waste landfill in Southern Spain*. Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews edition 11 (2007) 909–922

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/