

Analisis Pemanfaatan Energi Dari Pengolahan Metode *Landfill* Di TPA Muara Fajar Pekanbaru

Monice¹, Perinov²

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email : monice@unilak.ac.id, perinov@unilak.ac.id

Abstrak: Energi terbarukan dan ramah lingkungan sangat banyak ditemui dan berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti sinar matahari, angin, air, biofuel, dan *geothermal*. Tetapi hal tersebut belum dimanfaatkan maksimal. Salah satu energi tersebut berasal dari sampah, pemanfaatan sampah kota menjadi sumber energi dapat dilakukan dengan memanfaatkan beberapa teknologi diantaranya adalah dengan metode *Landfill*. Pada Metode *landfill* ini sampah ditumpuk dan ditutupi sehingga menghasilkan gas metan. Gas inilah yang digunakan untuk membangkitkan energi listrik. Dari hasil Analisis penelitian ini Kota Pekanbaru sangat berpotensi dalam memanfaatkan sampah kota menjadi energi listrik. Dengan potensi sampah setiap harinya yang masuk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah, akan mengalami proses anaerob dalam beberapa lama. Analisis penelitian ini dibantu dengan software *Landfill Gas Emissions Model (LandGem)* yang dapat memperkirakan gas metan yang dihasilkan dari total sampah yang masuk ke TPA. Dari hasil perhitungan dengan metode metode *landfill* pada tahun 2017 adalah 6.806 kWh, gas metan yang dihasilkan diperoleh dengan *Landfill Gas Emissions Model (LandGEM)*.

Keywords: *Municipal Waste, Waste Power Plant, landfill*

PENDAHULUAN

Energi terbarukan lagi gencar-gencarnya di semarakkan oleh pemerintah karena semakin menipisnya energi fosil di permukaan bumi ini. Indonesia salah satu negara dengan potensi energi terbarukan (*renewable energy*) yang sangat melimpah. Sumber energi baru terbarukan adalah sumber energi ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global, karena energi yang didapatkan berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti sinar matahari, angin, air, biofuel, dan *geothermal*. Tetapi hal tersebut belum dimanfaatkan. Salah satu energi tersebut berasal dari sampah. Pemanfaatan sampah kota menjadi sumber energi dapat dilakukan dengan memanfaatkan beberapa teknologi diantaranya, pembakaran (*Combustion*), Pirolisis dan gasifikasi (*Pyrolysis and gasification*), proses Anaerob (*Anaerobic digestion*). Dengan cara Pembakaran (*Combustion*), dimana limbah residu dibakar pada suhu 850⁰ C dan energi dimanfaatkan sebagai listrik atau panas[8]. Pirolisis dan

gasifikasi, dimana bahan bakar dipanaskan dengan sedikit atau tanpa oksigen untuk diproduksi "*Syngas*" yang bisa digunakan untuk menghasilkan energi atau sebagai bahan baku untuk memproduksi metana, bahan kimia, biofuel, atau *hydrogen*. Anaerobik, yang menggunakan mikroorganisme untuk mengubah sampah organik menjadi biogas kaya metana yang bisa dibakar untuk menghasilkan listrik dan panas atau kembali ke biometana. Teknologi ini cocok untuk limbah organik basah atau limbah makanan. Dan teknologi ini sangat cocok dalam pemanfaatan sampah perkotaan.

Tumpukan sampah kota yang tidak diolah menyebabkan sampah akan menumpuk tinggi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah. Setiap harinya akan bertambah sesuai dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Lama-kelamaan akhirnya tumpukan sampah yang ada di TPA akan menyebabkan permasalahan di lingkungan sekitar TPA sampah.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian dengan permasalahan menganalisis pemanfaatan

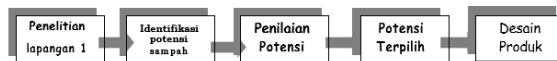
sampah kota dengan metode *landfill* dengan proses *anaerob* untuk menghasilkan gas metan nantinya. Gas metan inilah yang nantinya dimanfaatkan dalam menghasilkan energi pengganti energi fosil.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan hasil analisa yang dilakukan dari potensi sampah sampai menjadi gas metan dalam metode *landfill* dan pada akhirnya gas metan tersebut dikonversikan kepada energi listrik yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian ini adalah metode kualitatif yang digunakan sebagai metode untuk menentukan potensi dari sampah. Menggunakan metode kualitatif adalah agar mampu menghasilkan potensi sampah yang ada dan menggali persoalan dan keefisienan yang mampu dilakukan selama ini. Penelitian kualitatif adalah pengumpulan data pada suatu latar alamiah, dengan menggunakan metode alamiah, dan dilakukan oleh orang atau peneliti yang tertarik secara alamiah.

Berikut ini adalah bagan alur dalam penelitian ini :



Gambar 1. Langkah dalam menentukan potensi

Berdasarkan bagan dapat dijelaskan, bahwa untuk mendapatkan potensi yang valid, reliabel dan objektif dalam suatu objek dilakukan dengan penelitian, maka potensi dalam suatu objek akan digali dan selanjutnya diidentifikasi dan dinilai dan baru menentukan prioritas produk.

Pada penelitian ini desain produk nantinya setelah didapatkan potensi yaitu dengan menggunakan metode *landfill*. Dimana pada metode ini sampah yang ada ditimbun dalam beberapa waktu sehingga menghasilkan gas metan. Gas metan inilah nantinya yang dikonversi ke energi listriknya. Konversi banyaknya sampah menjadi gas metan akan digunakan software *Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) Version 3.02*.

Land fill

Landfill ialah pengelolaan sampah dengan cara menimbunnya di dalam tanah. Di dalam lahan *landfill*, limbah organik akan didekomposisi oleh mikroba dalam tanah menjadi senyawa-senyawa gas dan cair. Senyawa-senyawa ini berinteraksi dengan air yang dikandung oleh limbah dan air hujan yang masuk ke dalam tanah dan membentuk bahan cair yang disebut lindi (*leachate*). Jika *landfill* tidak didesain dengan baik, *leachate* akan mencemari tanah dan masuk ke dalam badan-badan air di dalam tanah. Karena itu, tanah di *landfill* harus mempunyai permeabilitas yang rendah. Aktifitas mikroba dalam *landfill* menghasilkan gas CH_4 dan CO_2 (pada tahap awal-proses aerobik) dan menghasilkan gas *methane* (pada proses anaerobiknya). Gas *landfill* tersebut mempunyai nilai kalor. Sistem pengambilan gas hasil biasanya terdiri dari sejumlah sumur-sumur dalam pipa-pipa yang dipasang lateral dan dihubungkan dengan pompa vakum sentral. Selain itu terdapat juga sistem pengambilan gas dengan pompa desentralisasi. Gas *methane* inilah yang dimanfaatkan oleh Pembangkit Listrik sebagai bahan bakar Pembangkit. Oleh karena itu pembangkit tersebut dinamakan PLTSA, karena bahan bakarnya berasal dari sampah.

Proses Dasar Landfill [3],[7]

- Proses penimbunan limbah dalam hal ini sampah yang ditimbun pada suatu area.
- Penumpukan sampah, dan di ratakan atau menyebarkannya merata dan memadatkan lapisan tipis.
- Penutupan pada sampah yang sudah diratakan agar menghasilkan gas metan.

Karakteristik gas yang dihasilkan tergantung kepada volume sampah, kepadatan, kedalaman, dan luas. Gas metan yang dihasilkan dari proses *landfill* ini akan dikonversikan ke proses untuk menjadikan energi listrik. Ada beberapa proses untuk menjadikan gas metan dari proses *landfill* yaitu :

- Combustion* (Pembakaran)

Pembakaran adalah teknik yang paling umum untuk menkonversikan *gas landfill*. Teknologi pembakaran menggunakan *flare*, insinerator, boiler, turbin gas, dan mesin pembakaran dalam, secara termal menghancurkan senyawa dalam *gas landfill*, lebih 98% penghancuran senyawa organik biasanya dicapai. Metana dikonversi menjadi karbon dioksida, menghasilkan pengurangan dampak gas rumah kaca yang besar.

b. Teknologi *noncombustion*

Dikembangkan pada tahun 1990an sebagai alternatif untuk pembakaran, yang menghasilkan senyawa yang berkontribusi terhadap asap, termasuk nitrogen oksida, sulfur oksida, karbon monoksida, dan partikel. *Noncombustion teknologi* terbagi dalam dua kelompok: teknologi pemulihan energi dan konversi gas-ke-produk teknologi..

Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) [1]

Merupakan alat estimasi otomatis dengan antarmuka Microsoft Excel yang dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat emisi untuk total *gas landfill*, metana, karbon dioksida, senyawa organik *nonmethane*, dan polutan udara individu dari tempat pembuangan limbah padat kota (sampah). *LandGEM* dapat menggunakan data spesifik lokasi untuk memperkirakan emisi atau parameter default jika tidak ada data spesifik lokasi yang tersedia. Model berisi dua set parameter default, default CAA dan default inventaris. Default CAA adalah berdasarkan peraturan federal untuk tempat pembuangan akhir MSW yang ditata oleh Clean Air Act (CAA) dan bisa digunakan untuk menentukan apakah TPA tunduk pada persyaratan pengendalian ini peraturan. Default persediaan didasarkan pada faktor emisi dalam Kompilasi EPA Faktor Emisi Polutan Udara (AP-42) dan dapat digunakan untuk menghasilkan perkiraan emisi gunakan dalam persediaan emisi dan izin udara dengan tidak adanya data uji spesifik lokasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Potensi berdasarkan data dilapangan

Pada bab ini akan diuraikan hasil dari penelitian yang dilakukan mulai dari pengambilan data dilapangan dengan tiga daerah sampel. Pengambilan data dilakukan di kota Pekanbaru, dengan tiga sampel kecamatan, yaitu kecamatan Tampan, kecamatan Senapelan dan kecamatan Sukajadi. Dengan melakukan metode wawancara (*in-depth interview*) terhadap petugas kebersihan (pemungut sampah), observasi (*participant observer*) dan studi dokumentasi. Analisis data dilakukan dengan terlebih dahulu mendapatkan hasil dari potensi setelah itu baru kita lakukan perhitungan dengan memanfaatkan sampah potensi yang ada baik dengan metode thermal ataupun dengan metode landfill.

Pada kecamatan Tampan, sampah pada perumahan-perumahan diangkut setiap harinya oleh mobil dinas kebersihan kota Pekanbaru ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah yang berada di Muara Fajar, Pekanbaru. Selain itu ada beberapa yang dibawa ke tempat pemungutan sampah sementara (TPS). Di Kecamatan Tampan ada beberapa TPS yaitu di Jalan HR Soebrantas Panam. Setiap pagi petugas kebersihan mengambil sampah dari TPS tersebut karena dekat dengan jalan raya dan mengurangi keindahan jalan. Serta TPS ini adalah TPS tidak resmi, maksudnya TPS ini tidak mempunyai lahan khusus seperti yang terlihat pada gambar 2 Jadi karena kebiasaan masyarakat yang sudah biasa mengangkut sampah dan menumpuknya di TPS ini.



Gambar2. Tempat Pembuangan Sementara(TPS) HR Soebrantas

Untuk kecamatan Tampan dengan daerah yang luas banyak TPS-TPS yang tidak resmi, dengan kata lain banyak sampah ditumpuk pada tempat-tempat tertentu sehingga petugas kebersihan harus bekerja keras setiap pagi untuk mengangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah, kalau tidak akan mengurangi kenyamanan apabila melewati TPS tersebut dan merusak keindahan kota.

Di kecamatan Sukajadi, sampah pada perumahan dan pertokoan juga diambil setiap harinya oleh petugas kebersihan. Ada sebagian yang dibawa langsung ke TPA Muara Fajar dengan menggunakan mobil pengangkut sampah milik dinas kebersihan dan ada sebagiannya lagi diangkut ke TPS yang berada di jalan Rajawali seperti yang terlihat pada gambar 3. Sama halnya dengan kecamatan Tampan di TPS ini sampah setiap harinya diambil oleh petugas kebersihan untuk dibawa ke TPA sampah Muara Fajar, karena kalau tidak diangkut setiap harinya maka akan terjadi tumpukan semakin tinggi dan dikhawatirkan akan merusak lingkungan sekitar dengan bau yang ditimbulkan.



Gambar 3. Tempat Pembuangan Sementara (TPS) di Jalan Rajawali

Di kecamatan Senapelan sama halnya dengan kecamatan Tampan dan Sukajadi sampah juga ada yang langsung dibawa ke TPA Muara Fajar dan ada juga yang dibawa ke TPS-TPS. Pada kecamatan ini TPS berada pada jalan Wakaf seperti yang terlihat pada gambar 4. TPS ini merupakan TPS yang lahannya telah disediakan khusus sebagai TPS sampah. Walaupun disediakan lahan khusus, sampah yang berada di TPS ini juga diangkut setiap harinya ke TPA Muara Fajar, kalau tidak

akan terjadi penumpukan yang tinggi karena sampah akan bertambah setiap harinya. Dikecamatan ini terdapat pasar, maka sampah pasar yang dihasilkan juga setiap harinya dibawa dan diangkut oleh petugas kebersihan setiap harinya.



Gambar 4. Tempat Pembuangan Sementara (TPS) kec. Senapelan

Dari tiga daerah sampel tersebut didapat potensi sampah terbesar berada pada kecamatan Tampan, hal ini dipengaruhi kepadatan penduduk dan luas daerah yaitu sebesar 100.591 kg atau 100 ton per harinya[6]. Sedangkan kecamatan sukajadi dan senapelan adalah 24.825 kg atau 24 ton dan 19.170 kg atau 19 ton perharinya.

Pada data yang ada di TPA Muara Fajar tidak jauh berbeda, ini dipengaruhi oleh pengangkutan sampah dari perumahan-perumahan yang langsung dibawa oleh petugas ke TPA Muara Fajar. Disinilah data yang valid didapatkan, karena seluruh sampah di kota Pekanbaru akan dibawa ke Tempat Pembuangan Akhir sampah di Muara Fajar ini.

Setelah melihat data yang ada, kota Pekanbaru yang terdiri dari 12 kecamatan, sampah yang dihasilkan berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembangkit. Pada penelitian ini di analisis pemanfaatan potensi tersebut yang dilakukan baik dengan metode *landfill* dengan bantuan *software landgem*. Daripotensi sampah setiap tahunnya dengan bantuan *software landgem* dapat perkiraan gas *landfill* yang dihasilkan. Gas inilah nantinya yang dikonversi ke energi listriknya.

Pemanfaatan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Muara Fajar Pekanbaru, dengan luas 9,8 Ha dapat

dilakukan dengan metode *landfill* yaitu proses pembuangan limbah padat di tanah tanpa menimbulkan gangguan bagi masyarakat dengan menutupi permukaan sampah. Pada metode ini dibantu dengan Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) Version 3.02. Hasil yang diperoleh dilapangan berdasarkan timbungan dan volume sampah yang masuk ke TPA muara Fajar lima tahun terakhir adalah seperti tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4.1 Timbunan Sampah di TPA Muara Fajar

| TAHUN | TIMBULAN SAMPAH | | Volume Sampah | |
|-------|-----------------|------------|---------------|-----------|
| | Total | | Total | Rata-Rata |
| | Kg | Ton/tahun | m3 | m3/hari |
| 2010 | 53.485.550 | 53.485,55 | 618.292,96 | 1.693,95 |
| 2011 | 78.773.280 | 78.773,28 | 910.619,12 | 2.494,85 |
| 2012 | 79.579.470 | 79.579,47 | 917.425,18 | 2.513,49 |
| 2013 | 133.500.260 | 133.500,26 | 1.543.263,01 | 4.228,12 |
| 2014 | 144.532.700 | 144.532,70 | 1.670.798,01 | 4.577,53 |
| 2015 | 148.819.753 | 148.819,75 | 1.720.356,34 | 4.713,31 |
| 2016 | 153.106.806 | 153.106,81 | 1.769.914,68 | 4.849,08 |
| 2017 | 157.393.859 | 157.393,86 | 1.819.473,01 | 4.984,86 |

Sumber : Dinas Pertamanan dan Kebersihan Kota

Dari data timbunan sampah yang diangkut ke TPA Muara Fajar setiap harinya maka dapat dihitung *gas landfill* yang dihasilkan dengan menggunakan *Landfill Gas Emissions Model (LandGEM)* yaitu seperti tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4.2 Gas Landfill yang dihasilkan

| Tahun | Gas Landfill m ³ / tahun | Metana m ³ / tahun | Carbondioksida m ³ / tahun |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| 2010 | - | - | - |
| 2011 | 808.300 | 404.100 | 404.100 |
| 2012 | 1.959.000 | 979.700 | 979.700 |
| 2013 | 3.066.000 | 1.533.000 | 1.533.000 |
| 2014 | 4.934.000 | 2.467.000 | 2.467.000 |
| 2015 | 6.878.000 | 3.439.000 | 3.439.000 |
| 2016 | 8.791.000 | 4.396.000 | 4.396.000 |
| 2017 | 10.680.000 | 5.338.000 | 5.338.000 |

Metana(CH₄) dan Carbondioksida (CO₂) merupakan unsur utama dari *gas landfill* (LFG) dan diproduksi oleh 42 mikroorganisme di TPA secara *anaerobic*. Dari tabel 4.2 dapat dilihat *gas landfill* yang dihasilkan yang terdiri dari gas metana dan karbondioksida. Setiap tahunnya meningkat karena sampah yang ditumpuk di TPA akan selalu mengalami proses *anaerobic*.

Dari gas metana (CH₄) yang dihasilkan dapat dikonversikan ke energi

listriknnya yaitu setiap 1 m³ gas metan (CH₄) setara degan 11,17 kW [11]. Jadi Apabila dikonversikan prediksi gas metan yang dihasil dari TPA Muara Fajar Pekanbaru pada tahun 2017 adalah 6.806 kWh setiap jamnya. Jika dilihat selama ini tumpukan sampah yang masuk ke TPA Muara Fajar sejak tahun 2010 telah menghasilkan *gas landfill* seperti tabel 4.3 yang harusnya sudah dimanfaatkan dan terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan otomatis sampah yang dihasilkan akan terus meningkat. Dengan kata lain, TPA Muara Fajar sampah nya berpotensi menghasilkan *gas landfill* dan gas tersebut sangat berpotensi juga apabila dimanfaatkan menjadi energi listrik.

Tabel 4.3 Konversi Landfill gas ke Energi Listrik

| Tahun | Metana m ³ / tahun | Energi Listrik kWh |
|-------|-------------------------------|--------------------|
| 2010 | - | - |
| 2011 | 404.100 | 515,27 |
| 2012 | 979.700 | 1.249,23 |
| 2013 | 1.533.000 | 1.954,75 |
| 2014 | 2.467.000 | 3.145,71 |
| 2015 | 3.439.000 | 4.385,12 |
| 2016 | 4.396.000 | 5.605,40 |
| 2017 | 5.338.000 | 6.806,56 |

SIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dengan melakukan kajian potensi pemanfaatan sampah di TPA Muara Fajar Pekanbaru, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil perhitungan dengan metode *landfill* pada tahun 2017 adalah 6.806 kWh, gas metan yang dihasilkan diperoleh dengan *Landfill Gas Emissions Model (LandGEM)*
2. Sampah di TPA muara Fajar berpotensi jika dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Sampah, baik dengan metode *Thermal* ataupun dengan metode *Landfill*.

DAFTAR PUSTAKA

Ilyas, Omar. *Sanitary Landfill Energy Harnessing And Applications*. Journal Of Engineering, Design And

- Technology. Volume 3 Number 2 2005
.Peninsula University Of Technology.
- Cokorde, GIP,2010, *Penggunaan Sampah Organik Sebagai Pembangkit Listrik Di TPA Suwung Denpasar*, Jurnal Teknologi Elektro Universitas Udayana Bali, Vulumme 9, No 2. 2010
- Gary C, Young. *Municipal Solid Waste To Energy Conversion Processes*. Wiley 2010
- Badan Pusat Statistik Prov Riau, 2015.*Riau dalam angka*. Katalog BPS:1102001.14 SNI19-3964-1994tentang *Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*. Badan Standarisasi Nasional.
- Dinas kebersihan kota Pekanbaru
- Gary C Young, 2010, *Municipal Solid Waste To Energy Conversion Processes*.
- Monice, *Analisis Potensi Sampah sebagai bahan baku Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Pekanbaru*. Jurnal Sainetin Universitas lancang Kuning. Pekanbaru 2016