



Desain Pipa Penangkap Gas Metana Di TPA Regional Kebon Kongok Provinsi Nusa Tenggara Barat

Design of Methane Gas Capture Pipes at the Kebon Kongok Regional TPA West Nusa Tenggara Province

Taufik Abdullah^{1*}, Nur Rosman Hidayat², Hijriati Sholehah³,

^{1,2,3}Departemen Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Mataram.

**corresponding author, email: taufik.abdullah88@gmail.com*

Abstrak

Pengurangan dan penanganan sampah adalah amanah undang-undang yang harus direalisasikan oleh Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat. Dalam upaya penanganan sampah Pemerintah NTB telah menyediakan TPA Regional Sampah yang masih dioperasikan dengan system terbuka(open dumping). Berdasarkan hasil pemodelan LandGEM, TPA Regional Kebon Kongok memiliki potensi gas metana sebesar ebanyak 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. Begitu besar potensi gas metana yang dihasilkan maka penelitian ini bertujuan untuk mendisain pipa penangkap Gas Metana Sampah Di TPA Regional Kebon Kongok. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem penangkap gas secara horizontal. Hasil penelitian menjunkkan bahwa desain rancangan pengelolaan gas metana sampah menggunakan pipa penangkap gas horizontal sebanyak 158 pipa, 4 line pipa distribusi, 2 unit pemurni gas, 1 buah kompresor, 1 tangki penampung gas, dan 1 unit generator set.

Kata kunci : pipa gas metana, sistem horizontal, gas metana, tpa kebon kongok

Abstract

Waste reduction and handling are statutory mandates that be realized by the West Nusa Tenggara Provincial Government. In an effort to handle waste, the NTB Voverment has provided a Regional Waste TPA which is still operated with an open dumping system. Based on the result of LandGEM modeling, the Kebon Kongok Regional TPA has the potential for methane gas of 12,999,633.62 m³/year, or equivalent to 14,520.88 MWh/year or in the form of gas as much as 9,966.38 Megagrams of LPG/year. So big is the potential for methane gas to be produced, this research aims to design a waste methane gas catcher pipe at the Kebon Kongok Regional TPA. The research method used in this research is a horizontal gas capture system. The results show that the design of methane gas management uses horizontal gas catcher pipes of 158 pipes, 4 distribution pipe line, 2 gas purifying units, 1 compressor, 1 gas storage tang, and 1 generator set unit

Keywords : methane gas pipes, horizontal system, methane gas, tpa kebon kongok,

PENDAHULUAN

Sampah berkaitan dengan buangan aktifitas sehari-hari yang praktik umumnya terlihat disekitar pemukiman manusia. Pengelolaan sampah telah lama menjadi isu utama bagi banyak otoritas di dunia tak terkecuali di Provinsi Nusa Tenggara Barat khususnya Pulau Lombok. Pertumbuhan penduduk yang cepat, meningkatnya urbanisasi, perkembangan infrastruktur yang cepat, perubahan gaya hidup dan kondisi ekonomi meningkatkan tingkat timbulan dan komposisi sampah (Suwarno, 2013).

Pulau Lombok yang terletak di provinsi Nusa Tenggara Barat Indonesia dengan total luas area 5.435 km² dan ditinggali lebih dari 3,3 juta penduduk (proyeksi penduduk dari BPS NTB, 2020) menghadapi masalah lingkungan termasuk penanganan sampah perkotaan. Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK) NTB tahun 2019, sampah di 10 kabupaten dan kota di NTB mencapai 3.388 ton, masuk ke TPA Regional 642 ton dan daur ulang hanya 51 ton perhari. Dari seluruh produksi sampah harian itu baru 20% terangkut ke TPA Regional, dan sebagian besar sampah dibuang di tempat terbuka, sungai, parit, got, laut, hanya sebagian kecil yang terolah.

Pengelolaan sampah di TPA Regional meliputi pengumpulan, pengangkutan, dan pemrosesan akhir. Permasalahan utama

yang umumnya terjadi di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA Regional) diantaranya keterbatasan lahan TPA Regional, produksi sampah yang terus meningkat, teknologi proses yang tidak efisien dan tidak ramah lingkungan serta belum dapat dipasarkannya produk hasil sampingan sampah kota (Sudrajat, 2006). Seperti salah satu TPA Regional terbesar di Pulau Lombok yaitu TPA Regional Kebon Kongok yang memiliki luas area 5,41 hektar dan telah beroperasi sejak tahun 1994 sekarang penuh, konsekuensinya pemerintah provinsi dan daerah harus segera mencari lokasi untuk TPA Regional yang baru. Masalah lain yang terjadi yaitu kebakaran di TPA Regional Kebon Kongok pada akhir Oktober 2019 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 (<http://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%. Berdasarkan hasil pomodelan LandGEM yang dilakukan oleh Abdullah dkk, 2020, potensi energi yang dihasilkan dari gas metana sampah TPA Regional Kebon Kongok mencapai maksimalnya sebesar 14.520,88 MWh dalam bentuk energi listrik dan dalam bentuk gas sebanyak 9.966,38 Megagram elpiji di tahun 2021. Angka potensi energi yang diperoleh tersebut berasal dari potensi timbunan gas metana di tahun yang sama sejumlah 12.999.633,62 m³. 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). Sedangkan dari hasil pengamatan, TPA Regional Kebon Kongok sendiri telah melakukan uji coba pengolahan gas metana sampah dengan membuat instalasi sederhana menggunakan pola horizontal pada perpipaian sumur penyerapannya untuk kebutuhan memasak di dapur umum TPA Regional dan alternatif sementara untuk melistriki area TPA Regional 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 Regional Kebon Kongok, penelitian ini diperlukan dan menjadi sangat penting untuk menentukan desain pipa penangkap gas metana yang ada di TPA Regional Kebon Kongok sehingga pengelolaan gas metana sampah agar lebih optimal dan berkontribusi nyata untuk mengurangi dampak negatif bagi lingkungan serta mencegah kebakaran akibat ledakan gas

metana kembali terjadi. Pemanfaatan gas metana pada TPA Regional Kebon Kongok diharapkan dapat membantu dalam penurunan emisi gas rumah kaca dan memenuhi kebutuhan sebagai sumber energi alternatif baik untuk bahan bakar memasak ataupun dikonversi menjadi energi listrik.

METODE PENELITIAN

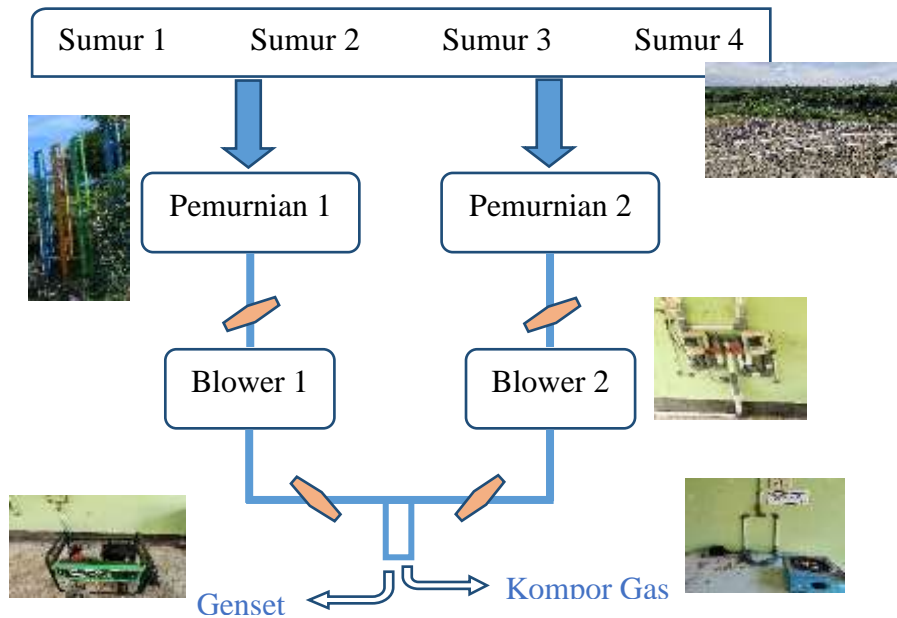
Sistem Penangkap Gas

Metode untuk menentukan desain pipa penangkap gas metana dari keseluruhan area Landfill TPA Regional Kebon Kongok menggunakan sistem penangkap gas secara horizontal dikarenakan lebih efektif dan tidak mengganggu aktivitas di permukaan yang masih banyak dilakukan selama TPA Regional masih aktif beroperasi. Jumlah pipa penangkap gas horizontal menyesuaikan dengan seberapa banyak potensi gas metana yang mau dieksplorasi atau keluaran yang ingin didapatkan. Letak/posisi pipa penangkap gas tidak bisa sembarangan karena harus menyesuaikan juga dengan luas area dan ketinggian timbunan sampah TPA Regional Kebon Kongok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Disain Perencanaan

TPA Regional Kebon Kongok telah membuat *prototype* atau rancangan uji coba pengolahan gas metana menjadi sumber energi alternatif lain yakni dalam bentuk gas sebagai bahan bakar dan energi listrik untuk penerangan di kawasan TPA Regional. Desain pengolahan yang sudah ada menggunakan 4 sumur ekstraksi horizontal, dengan 2 *line* penyaluran dan 1 keluaran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



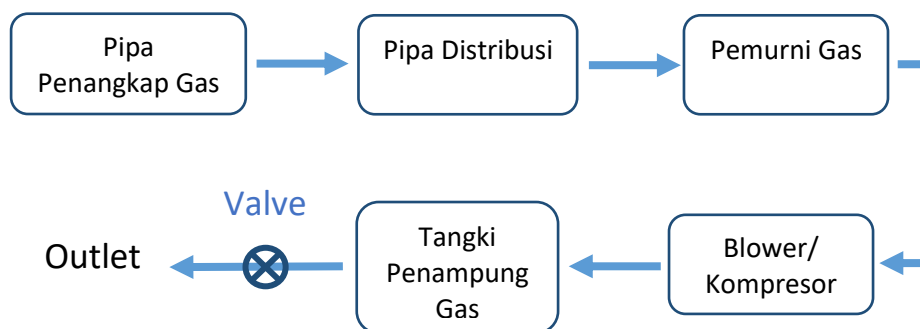
Gambar 1. Skema Pengelolaan Gas Metana TPA Regional Kebon Kongok

Pipa yang digunakan sebagai penangkap gas ditanam secara horizontal dalam timbunan sampah TPA Regional atau yang disebut sumur ekstraksi dengan desain pipa terdapat perforasi atau lubang-lubang. Tahap pemurnian dilakukan untuk mengoptimalkan kadar gas metana dalam *landfill gas* dan mengurangi kandungan gas lain seperti CO₂ dan uap air. Berikutnya tugas blower yaitu memompa gas keluar untuk genset dikonversi menjadi energi listrik atau ke kompor gas sebagai bahan bakar.

1. Skema dan komponen pengelolaan gas

Pengembangan dalam perancangan pengelolaan gas di TPA Regional Kebon Kongok dilakukan dengan menyesuaikan kebutuhan skema/pola dan komponen di dalamnya untuk memenuhi ekspektasi

potensi yang ada. Skema yang digunakan kurang lebih sama dengan skema desain uji coba pada Gambar 1 namun dengan penambahan beberapa proses yaitu kompresi gas agar keluarannya lebih bertekanan dan penampungan atau penyimpanan gas. Kedua penambahan proses tersebut menjadi penting karena untuk mencapai potensi tertentu dibutuhkan peningkatan kapasitas dari alat/komponen yang ada, seperti penampungan gas yang dilakukan agar ketersediaan gas untuk mensuplai genset lebih stabil sehingga tidak merusak peralatan. Diagram blok pada Gambar 2 di bawah ini menunjukkan skema komponen baru pengelolaan gas yang digunakan untuk memenuhi potensi gas metana TPA Regional Kebon Kongok.

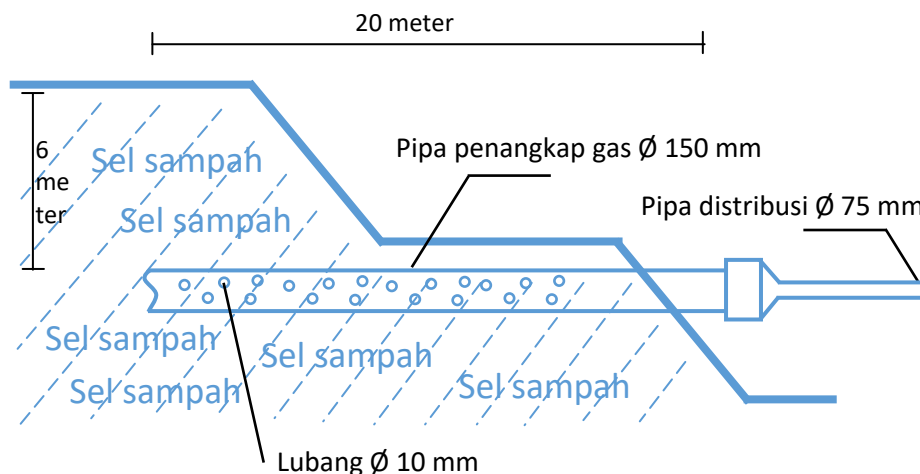


Gambar 2. Rancangan skema baru komponen pengelolaan gas

2. Sistem penangkapan gas

Desain uji coba pada Gambar 1 di atas menggunakan sistem penangkap gas secara horizontal dikarenakan lebih efektif dan tidak mengganggu aktivitas di permukaan yang masih banyak dilakukan selama TPA Regional masih aktif beroperasi. Terdapat aspek teknis lain dalam pemilihan sistem penangkapan gas secara horizontal tersebut, yaitu tipe vertikal tetap membutuhkan saluran pipa horizontal di dasar pipa vertikal sebagai jalan keluar/tempat mengalir air lindi agar tidak mengendap di bawah/dasar pipa vertikal sehingga mengganggu proses dekomposisi gas dan mengakibatkan gas tidak dapat terlepas karena terikat oleh air lindi yang biasanya menjadi pemicu ledakan. Sebaliknya pada sistem horizontal

tidak memerlukan adanya pipa vertikal karena kandungan air atau air lindi ikut mengalir bersama gas. Pemisahan gas dengan kandungan airnya dilakukan menggunakan U valve yakni pipa berbentuk U sedemikian rupa untuk mengeluarkan air lindi dan tetap mempertahankan gas dalam pipa dengan prinsip kerja yang sama dengan hukum pascal pada sistem hidrolik. Sehingga desain perancangan yang akan digunakan untuk memaksimalkan potensi kandungan gas metana sampah di Kawasan TPA Regional Kebon Kongok mengadopsi sistem pipa penangkap gas horizontal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 karena selain lebih efisien dalam hal teknis sesuai penjelasan di atas juga lebih tepat untuk tipe *landfill* yang lebih dalam dengan luas area terbatas/cukup.



Gambar 3. Sistem penangkap gas horizontal

Jumlah pipa penangkap gas horizontal menyesuaikan dengan seberapa banyak potensi gas metana yang mau dieksplorasi atau keluaran yang ingin didapatkan. Letak/posisi pipa penangkap gas tidak bisa sembarangan karena harus menyesuaikan juga dengan luas area dan ketinggian timbunan sampah TPA Regional Kebon Kongok.

3. Kriteria perpipaan horizontal

Jenis pipa yang digunakan adalah PVC atau PE karena tahan terhadap korosi dan hampir semua alkalin atau zat beracun

sehingga terhindar dari risiko kebocoran yang dapat membahayakan. Hal tersebut juga menjadi alasan untuk tidak menggunakan pipa besi karena mudah berkarat. Beberapa kriteria desain perpipaan yang lain sebagai berikut:

- Diameter pipa PVC = 100 – 150 mm
- Perforasi pipa = 8 – 12 mm
- Panjang pipa (untuk sumur) = 20 m
- Jarak antar pipa = 20 m
- Kedalaman 6 meter dari permukaan *landfill*

4. Perhitungan teknis perencanaan desain
Penentuan jumlah kebutuhan komponen dan pola penempatannya dilakukan menggunakan perhitungan berdasarkan fakta dan data yang ada, serta analisis dalam membuktikan bahwa potensi kandungan gas metana hasil pemodelan LandGEM dapat diimplementasikan/direalisasikan di TPA Regional Kebon Kongok. Mulai dari perhitungan kebutuhan jumlah sumur (pipa penangkapan gas) untuk keperluan eksplorasi kandungan gas metana secara maksimal. Berdasarkan data hasil uji coba yang telah dilakukan oleh tim teknisi TPA Regional Kebon Kongok, bahwa 1 sumur dapat membangkitkan sebuah genset dengan kapasitas daya listrik 10,5 kW. Sehingga untuk memenuhi potensi kandungan gas metana, maka jumlah sumur yang dibutuhkan,
Jumlah sumur

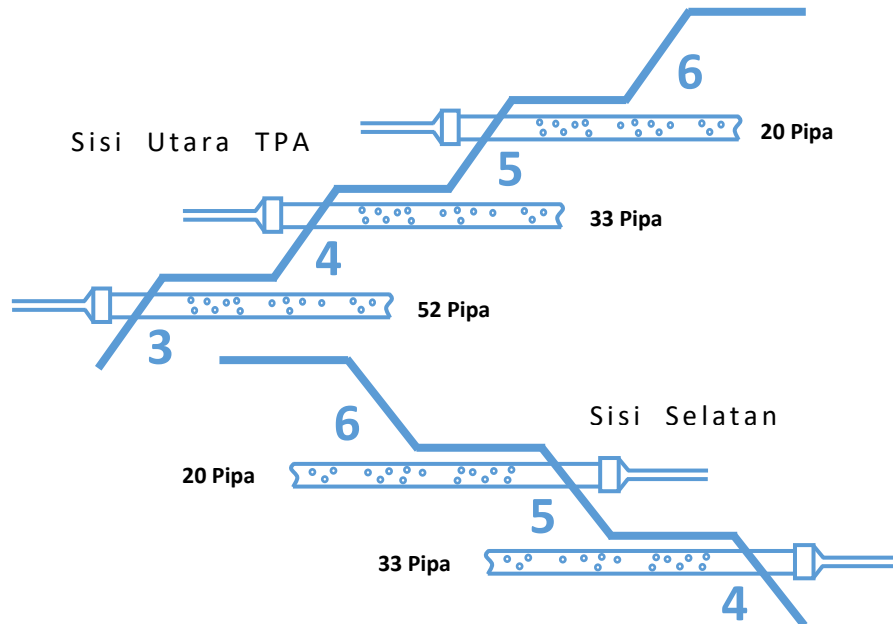
$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Potensi daya listrik yang dapat dibangkitkan}}{\text{Daya listrik aktual yang dihasilkan per sumur}} \\ &= \frac{1.660 \text{ kW}}{10,5 \text{ kW/sumur}} \\ &= 158 \text{ Sumur} \end{aligned}$$

Luas area TPA REGIONAL Regional Kebon Kongok adalah 5,4 hektar dan sudah mencapai ke level sengkedan 6 dengan total ketinggian timbunan sampah sudah mencapai 24 meter dari dasar *landfill*. Pola peletakkan 158 sumur tersebut dapat ditentukan dengan analisa visual melihat desain area TPA Regional dan kalkulasi sederhana. Adapun kemampuan TPA Regional untuk diletakkan sebanyak 158 sumur/ pipa penangkap gas dapat dihitung dengan data luas area TPA Regional diatas dan luas area perpipaan.

$$\begin{aligned} \text{Luas area perpipaan} &= \text{Jarak antar pipa} \times \text{Panjang pipa gas} \\ &= 20 \text{ m} \times 20 \text{ m} \\ &= 400 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga, jumlah pipa dalam 1 level sengkedan,} &= (\text{Kemiringan} \times \text{Luas area TPA Regional}) : \text{Luas area perpipaan} \\ &= (70\% \times 54.000 \text{ m}^2) : 400 \text{ m}^2 \\ &= 94 \text{ pipa} \end{aligned}$$

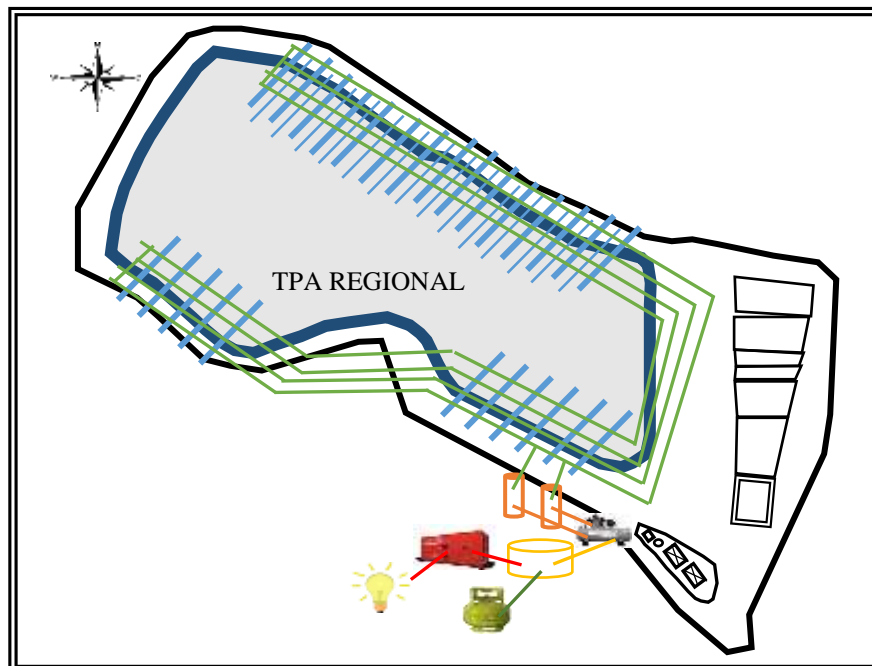
Dari perhitungan di atas maka sumur atau pipa penangkap gas tidak dapat diletakkan dalam 1 level sengkedan, solusinya adalah membagi dengan proporsi yang sama ke beberapa level sengkedan sebagai visualisasinya ditunjukkan pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar. 4 Pola pembagian letak pipa penangkap gas

Pola pembagian perpipaan seperti pada Gambar 4 bertujuan untuk memenuhi potensi yang diinginkan yakni sebanyak 158 sumur dengan tetap menyesuaikan pada luasan area TPA Regional dan kondisi lapangan. Pada sebelah utara TPA Regional dipasang sejumlah 105 pipa yang dibagi ke 3 level sengkedan berbeda, dan sebelah selatan TPA Regional dipasang 53 pipa di

2 level sengkedan. Sisi selatan mendapatkan porsi lebih sedikit pipa dikarenakan pada level sengkedan yang ke-3 merupakan area aktif jalan utama, sehingga hanya sengkedan ke-4 dan ke-5 yang digunakan. Visualisasi jika diterapkan pada desain area TPA Regional Kebon Kongok ditunjukkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Letak komponen pengelolaan gas TPA Regional Kebon Kongok

Pada Gambar 5 di atas jumlah pipa tidak menunjukkan jumlah sebenarnya karena faktor skala dan tidak jelas jika digambarkan semua pipanya. Level sengkedan ke-6 tidak digunakan karena harus ada level sengkedan ke-7 terlebih dahulu di atasnya sehingga mempunyai timbulan sampah yang cukup untuk menghasilkan gas metana, tetapi berdasarkan analisa visual dan luas area, TPA Regional Kebon Kongok hanya akan sampai di level sengkedan ke-6. Jumlah pipa penangkap gas pada tiap level sengkedan juga tidak lebih dari 94 buah pipa sesuai pada Gambar 4 di atas.

5. Peralatan tambahan

Perbedaan yang sangat mencolok antara skema pengelolaan gas yang sudah ada dengan skema yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah jumlah sumur/pipa penangkap gas, kehadiran kompresor, dan adanya tangki penampung gas. Penambahan beberapa peralatan tersebut bertujuan untuk memenuhi ekspektasi dari potensi yang ada, khususnya dalam usaha membangkitkan energi listrik yang stabil, kontinyu dan andal. Kompresor sendiri berfungsi untuk meningkatkan tekanan gas yang dihasilkan, kemudian disimpan dalam tangki penampungan gas sebelum diteruskan untuk mensuplai genset. Proses kompresi dan penampungan gas dilakukan karena genset membutuhkan gas dengan tekanan yang cukup dan stabil agar keluaran (dalam hal ini energi listrik) yang dihasilkan dapat maksimal dan terus menerus. Disamping itu, generator set yang dipilih juga sesuai dengan potensi kapasitas daya listrik yang dapat dihasilkan yakni 1,66 MW dengan spesifikasi *fueltype*-nya biogas seperti genset HimoinSA seri HGM-1895 T5 BIO dengan kapasitas 1.893 kW. Spesifikasi kompresor yang dibutuhkan minimal *working pressure* 2 bar. Sebagai gambaran kompresor dan generator set yang dapat digunakan dalam proyek ini ditunjukkan pada Gambar 6 berikut. Tangki penampung gas sendiri tidak ada spesifikasi khusus karena yang terpenting dapat menjadi

tempat penyimpanan gas sementara tanpa mengurangi *pressure* gasnya itu sendiri.



Gambar 6. Kompresor dan generator set

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Desain rancangan pengelolaan gas metana sampah menggunakan pipa penangkap gas horizontal sebanyak 158 pipa, 4 line pipa distribusi, 2 unit pemurni gas, 1 buah kompresor, 1 tangki penampung gas, dan 1 unit generator set. Sedangkan saran untuk penelitian selanjutnya yaitu melakukan perhitungan biaya investasi (*cost*) yang dibutuhkan untuk mencukupi desain perancangan dan melakukan study kelayakan.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, T. Hidayat, R. N. dan Sholehah, H. 2020. Potensi Kandungan Gas Metana Sebagai Sumber Energi Alternatif Di TPA Kebon Kongok. *Jurnal Presifitasi*. Volume 17(3):334-343.

-
- Arifin, M., Aep, S., & Arifin, 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* Vol. 02(2):73-78
- Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat. 2020. *Provinsi NTB Dalam Angka Tahun 2020*. BPS Provinsi NTB.
- Dinas Lingkungan Hidup Provinsi NTB. 2019. *Laporan Timbulan Sampah TPA di Provinsi Nusa Tenggara Barat*. Mataram, Nusa Tenggara Barat.
- Dace E. et al. 2015. Optimization of landfill gas use in municipal solid waste landfills in Latvia. *Energy Procedia*, pp. Volume 72(1):293-299
- 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
- Republik Indonesia. 2011. *Perpres Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional - Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-RAD-GRK)*. Jakarta
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang *Pengelolaan Sampah*. Jakarta: Presiden Republik Indonesia
- Sudrajat, H. R. 2006. *Mengelola Sampah Kota*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Suwarno, Anung. 2013. Signifikansi Pertumbuhan Penduduk dan PDRB terhadap Korelasi Timbulan Sampah di Wilayah Kecamatan Semarang Timur. *Jurnal Teknis* Vol. 8(3): 93-98
- United States Environmental Protection Agency (EPA). 2005. *Landfill Gas Emissions Model (LandGEM)*

Version 3.02 User's Guide
<http://www.poskotantb.com/>