

**MEREKAYASA PEMANFAATAN GAS METAN (CH₄)
MENJADI ENERGI LISTRIK KAPASITAS 500 KWH
(Hasil Studi Kelayakan di TPA Supit Urang Kota Malang)**

Sutriyono, Rusdi

**Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang**

Abstrak

*Keberadaan TPA untuk sementara waktu dapat dianggap sebagai sarana penyelesaian permasalahan sampah perkotaan yang berkaitan dengan kebersihan. Namun demikian terdapat efek negatif lain yang dapat ditimbulkan, diantaranya adalah potensi timbulnya gas metan dalam sampah yang tertumpuk di TPA. kandungan gas metan yang terdapat dalam TPA (Di Malang adalah TPA Supit Urang) sebaiknya dikelola sehingga dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar sebagai pembangkit energi alternatif. Tujuan dari kegiatan Studi Kelayakan Penangkapan Gas Metan di TPA Supit Urang ini adalah untuk (1) mengkaji kelayakan kandungan potensi gas, ditinjau dari teknologi, ekonomi, sosial dan dampak lingkungan, jika diberdayakan menjadi pembangkit energi alternatif. (2) Mengkaji kandungan potensi gas ikutan lain yang berperan terhadap pengotoran udara dan lingkungan. (3) Mengkaji volume dan kandungan gas metan jika di rencanakan untuk diubah menjadi pembangkit energi alternatif. Dari studi yang telah dilakukan, dapat direkomendasikan hal-hal sebagai berikut : (1) Aspek Teknologi : Gas metan TPA Supit Urang hanya mempunyai prosentase kurang lebih 27 %, Agar mempunyai prosentase diatas 50 % atau setara dengan LPG, maka harus ditingkatkan melalui : Pemilahan jenis sampah, Sampah organik harus dilembutkan, Megontrol kondisi pH, temperatur, BOD dan COD, Konstruksi penampung sampah organik dibuat anaerob. (2) Aspek Dampak Lingkungan : Permasalahan kesehatan masyarakat (penyakit ISPA) yang disebabkan dari pengaruh gas metan. Penentuan lokasi pengolahan/penimbunan sampah dan pemisahan sampah yang bisa dan tidak bisa didaur ulang dari sumbernya (rumah tangga). (3) Aspek ekonomi : Gas metan TPA Supit Urang mempunyai potensi yang kurang apabila digunakan sebagai sumber energi alternatif. Hal ini dapat diatasi dengan : Peningkatan prosentase gas metan dengan rekayasa teknologi, Peningkatan fungsi TPA menjadi area komposting, mengoptimalkan kuantitas sampah dengan pemilahan sampah. (4) Aspek Sosial : Di kawasan TPA Supit Urang sebagian penduduknya mempunyai tingkat pendidikan yang rendah. Hal ini dapat diatasi dengan pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan sampah; pembuatan kompos; Sosialisasi bahaya dan manfaat sampah; Melaksanakan motivasi dan menjaga fungsi saluran drainase; Pembuatan bangunan peresapan air; Penerapan kebijakan pemisahan sampah domestik (organik dan anorganik).
Kata kunci :Sampah, Pemilahan, Pengolahan, Energi.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem penanganan sampah yang populer dan dilakukan di hampir seluruh kota-kota di Indonesia adalah sistem *Sanitary Landfill*. Namun pada kenyataan di lapangan seringkali menunjukkan bahwa yang dilaksanakan adalah sistem *Open Dumping*, yaitu sebuah sistem penanganan sampah yang konvensional dengan mengumpulkan dan menimbun sampah di suatu lokasi rembesan air lindi yang dapat mencemari air bersih disekitarnya. Gas metan yang terakumulasi pada lapisan – lapisan tumpukan sampah yang berada pada lahan TPA jika terbebas ke lingkungan adalah merupakan salah satu kontributor efek gas rumah kaca, yang pada akhirnya berpengaruh terhadap efek pemanasan global di bumi. Akhirnya pemukiman di sekitar TPA yang menguap liar akan menimbulkan efek kebakaran, bau gas metana yang masih mengandung unsur karbondioksida (monoksida), Sulfida dan Nitrogen akan menyebabkan penyakit ISPA bagi warga sekitarnya. Berdasarkan paparan di atas maka kandungan gas metan yang terdapat dalam TPA Supit Urang sebaiknya dikelola sehingga dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar sebagai pembangkit energi alternatif. gas metan di TPA Supit Urang Kota Malang

2. GAMBARAN UMUM

2.1. Areal dan Lokasi TPA

pembuangan terpusat dengan sebutan Tempat Pembuangan Akhir (TPA). TPA untuk lokasi kota Malang adalah di Supit Urang.

Keberadaan TPA untuk sementara waktu dapat dianggap sebagai sarana penyelesaian permasalahan sampah perkotaan yang berkaitan dengan kebersihan. Namun demikian terdapat efek negatif lain yang dapat ditimbulkan, diantaranya adalah potensi timbulnya gas metan dalam sampah yang tertumpuk di TPA dan

1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari kegiatan Studi Kelayakan Penangkapan Gas Metan di TPA Supit Urang ini adalah:

- a. Untuk mengkaji kelayakan kandungan potensi gas, ditinjau dari teknologi, ekonomi, sosial dan dampak lingkungan, jika diberdayakan menjadi pembangkit energi alternatif.
- b. Mengkaji kandungan potensi gas ikutan lain yang berperan terhadap pengotoran udara dan lingkungan.
- c. Mengkaji volume dan kandungan gas metan jika di rencanakan untuk diubah menjadi pembangkit energi alternatif.

Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah dapat merekayasa pembangkit listrik dengan memanfaatkan kandungan

Areal luas lahan TPA yaitu 13,2 Ha, dan luas kantor dan taman 2 Ha. TPA Supiturang terletak di kelurahan Mulyorejo kecamatan Sukun yang batas-batas sebagai berikut :

- Sebelah utara : berbatasan dengan sungai sumber songo dengan jarak $\pm 300\text{m}$
- Sebelah timur : tempat permukiman penduduk dengan jarak $\pm 700\text{m}$
- Sebelah selatan : berbatasan dengan sungai Gandulan dengan jarak $\pm 200\text{m}$
- Sebelah barat : merupakan perbukitan dan lembah

2.2. Sistem Pengolahan Sampah di TPA

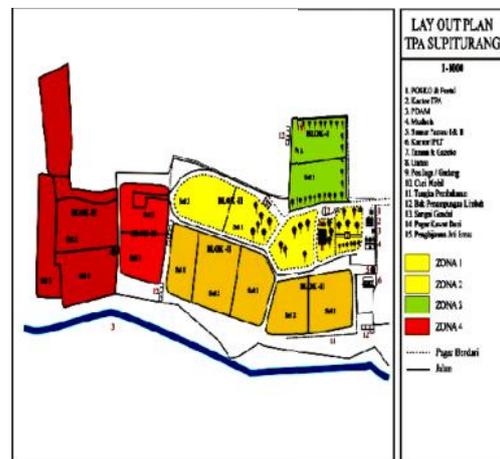
Berdasarkan hasil observasi ke lokasi TPA diketahui bahwa sistem pengolahan sampah di TPA Supiturang dilakukan dengan sistem *Opendumping* yaitu pengurugan sampah secara terbuka dilahan TPA sehingga mengakibatkan permasalahan lingkungan. Untuk pengembangan ke depan harus dilakukan pengelolaan TPA dengan sistem *Sanitary Landfil* , sehingga sampah yang sudah diolah dapat dimanfaatkan menjadi kompos yang dapat digunakan sebagai pupuk dan juga areal TPA tidak perlu dilakukan perluasan secara terus menerus. Secara periodik akan dapat direncanakan siklus penggunaan sel TPA sehingga akan didapat kondisi keseimbangan dimana tidak diperlukan lagi perluasan TPA dikemudian hari.

2.3. Kondisi Sel TPA Supit Urang

Berdasarkan hasil obeservasi yang dilakukan ke TPA Supiturang diketahui kondisi sel TPA sebagai berikut :

- TPA Supiturang memiliki enam sel

- Zona 1: tidak aktif/sudah penuh, dengan luas 8.000 m^2 dan pada sel I ini dibuat penghijauan sampai sekarang, terakhir dicaver tahun 1998 dan sejak itu tidak dipakai sebagai pembuangan sampah
- Zona 1 Blok II: sudah tidak aktif, dengan luas 16000 m^2 .
- Zona 2 Blok II: masih aktif (kondisi hampir penuh) dengan luas 12000 m^2 .
- Zona 1 Blok II: tidak aktif, dengan luas 13500 m^2 .
- Zona 3 Blok 1: tidak aktif (penuh), dengan luas 10.625 m^2 dan baru selesai ditimbun, dan akan ditimbun lagi dipasang cerobong pembuangan gas Metan.
- Areal kosong seluas 2200 m^2 , digunakan untuk pengembangan TPA kedepan.



Gambar 1. Lay Out Plan TPA Supit Urang

Berdasarkan hasil observasi ke lapangan dimana sampah yang akan ditimbun tidak dilakukan pemilahan sehingga sampah non organik bercampur dengan sampah organik. Oleh karena itu bila dilakukan

pembongkaran maka tidak akan terjadi kompos seperti yang diperkirakan.

Dalam mengantisipasi kebutuhan areal TPA yang semakin penuh maka perlu disempurnakan sistem pengolahan sampah di TPA sehingga kedepan tidak diperlukan perluasan TPA. Untuk itu dapat digunakan system pengolahan sampah di TPA dengan metode sanitary landfill modifikasi, dimana sampah yang ditimbun adalah sampah organik sehingga setelah periode waktu tertentu akan menjadi kompos dan dapat dibongkar untuk dijual komposnya dan areal tersebut dapat digunakan lagi sebagai tempat penimbunan sampah. Dengan cara yang demikian maka tidak diperlukan lagi perluasan TPA.

2.4. Fasilitas Insenerator di TPA Supit Urang

TPA Supiturang memiliki satu fasilitas Insenerator yang sekarang tidak difungsikan lagi hal ini karena untuk mengaktifkan insenerator biaya operasinya cukup mahal sehingga dipakai pembakaran sampah dengan cara tungku pembakaran. Untuk itu kedepan perlu dilakukan pembenahan dengan menyediakan fasilitas insenerator untuk memusnahkan sampah nonorganik yang tidak dapat didaur ulang.

2.5. Pengolahan Limbah Cair di TPA Supit Urang

Tempat Pembuangan akhir (TPA) dilengkapi dengan satu Instalasi pengolahan limbah cair (leachate) dan satu bak kontrol leachate. Fasilitas

pengolahan limbah yang ada belum sempurna dimana air lindi yang dihasilkan oleh sampah organik dialirkan secara terbuka ke bak leachate sehingga menimbulkan pencemaran udara. Selain itu pada musim hujan, air hujan bercampur dengan air lindi sehingga bak leachate tidak mampu menampung limbah cair tersebut. Untuk itu perlu dibangun bak leachate yang memenuhi ketentuan sehingga air lindi yang di buang ke sungai tidak mencemari sungai tersebut.

3. METODOLOGI STUDI

3.1. Umum

Studi ini dilakukan dengan dua tahap yaitu mengkaji kandungan gas metan dan merancang rekayasa pembangkit listrik dengan memanfaatkan gas metan.

3.2. Khusus

Metodologi pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui tahapan-tahapan antara lain:

- Pekerjaan survei secara rinci berupa survei lapangan dan instansional, lingkup materinya terdiri dari tekanan dan volume gas, prosentase kandungan gas metan dan gas – gas ikatan lainnya.
- Kajian zona area terhadap efek dari pengaruh gas yang dihasilkan oleh TPA Supit Urang.
- Merancang rekayasa pembangkit listrik dengan gas metan (CH_4) kapasitas 500 KWh

Metodologi ini secara rinci dan detail agar dapat dikembangkan lebih

lanjut oleh pelaksana studi guna menghasilkan hasil kegiatan yang maksimal.

3.3. Tahap Pelaksanaan Kegiatan

Dalam pelaksanaan kegiatan ini ada beberapa tahap-tahap yang akan dilakukan. Tahap-tahap ini disusun agar penelitian dapat dilakukan secara efektif dan efisien sesuai dengan waktu yang ditentukan dan sesuai dengan tujuan dan manfaatnya

4. HASIL KANDUNGAN GAS METAN DAN GAS IKUTAN

4.1. Analisa Hasil Uji Gas Metan

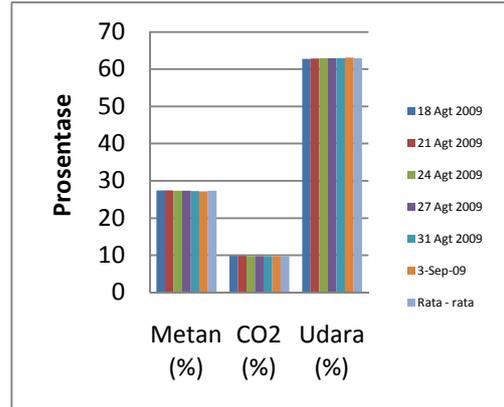
Dari hasil survei dan analisa yang dilakukan, diperoleh 4 lokasi (Sel) yang memenuhi syarat dimana sel dapat dirokemandasikan dalam penangkapan gas metan untuk diketahui laju volume gas. Lokasi (sel) tersebut adalah sebagai berikut :

1. Zona 1, Blok II (1)
2. Zona 1, Blok II (2)
3. Zona 2, Blok II
4. Zona 3, Blok II

Tabel 4.1 Hasil Analisa Uji Kromatografi Gas Zona I Blok II

No	Kandungan Gas			Lama Penangkapan Gas
	Metan (%)	CO ₂ (%)	Udara (%)	
1	27,42	9,85	62,73	3 menit
2	27,39	9,81	62,80	4 menit
3	27,35	9,75	62,90	4 menit
4	27,31	9,75	62,94	5 menit
5	27,25	9,79	62,96	3 menit
6	27,20	9,74	63,06	4 menit
Rata-rata	27,32	9,78	62,89	4 menit

Sumber : Hasil Analisa, 2009



Grafik 3. Prosentase Kandungan Gas Zona I blok II

Dilihat dari grafik prosentase kandungan gas untuk zona I blok II perbedaan dari beberapa hasil sampling dari waktu ke waktu tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan sehingga dapat di simpulkan untuk kandungan gas dari waktu ke waktu selalu stabil. Sesuai dari metodologi di bab sebelumnya hasil data analisa diatas selanjutnya akan digunakan untuk menentukan laju volume gas, perhitungannya adalah sebagai berikut.

Dari hasil survei dan analisa :

- Kandungan gas metan rata-rata = 27,32 %
- Kandungan gas CO₂ rata-rata = 9,78 %
- Kandungan udara rata-rata = 62,89 %
- Lama Penangkapan Gas rata-rata = 4 menit
- Luas Zona I blok II = 16000 m²
- Kedalaman Zona I blok II = 19 m
- Mr CH₄ = 16

Untuk mencari laju volume gas metan total maka yang pertama harus diketahui terlebih dahulu volume gas metan tersebut kemudian dikalikan dengan volume zona. Dan untuk mengetahui volume gas metan maka harus diketahui terlebih dahulu molaritas sehingga massa akan

diketahui, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada perhitungan berikut ini :

Vol. CH₄ = Vol. kantong gas x prosentase gas CH₄

$$\begin{aligned}
 &= \pi \cdot r^2 \cdot t \times 27,32 \% \\
 &= 3,14 \cdot (7,5 \text{ cm})^2 \cdot 20 \text{ cm} \times 0,2732 \\
 &= 965,079 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,000965 \text{ m}^3 \\
 &= 0,965 \text{ lt} = 0,965 \text{ dm}^3 < 5 \text{ dm}^3
 \end{aligned}$$

(kurang dari standart kelayakan gas metan)

$$\begin{aligned}
 \text{Mol} &= \frac{\text{Vol. CH}_4}{22,4} \\
 &= \frac{0,965 \text{ lt}}{22,4} \\
 &= 0,043 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa} &= \text{mol} \times \text{Mr CH}_4 \\
 &= 0,043 \text{ mol} \times 16 = 0,688 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Dalam pengambilan sampel, kantong gas akan terisi penuh membutuhkan waktu 4 menit, jadi laju volume gas metan adalah

$$= \frac{0,688 \text{ g}}{4 \text{ menit}} = 2,86 \times 10^{-3} \text{ g/dt}$$

Jadi laju volume total gas metan:

$$\begin{aligned}
 \text{Laju Volume total} &= \text{Laju Volume gas metan} \times \text{volume zona} \\
 &= 2,86 \times 10^{-3} \text{ g/dt} \times (16000 \text{ m}^2 \times 19 \text{ m}) \\
 &= 869.44 \text{ g/dt}
 \end{aligned}$$

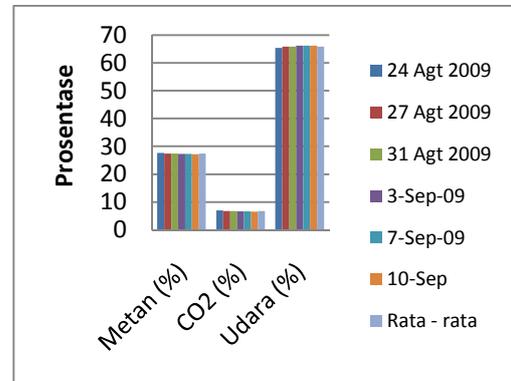
Untuk hasil analisa Uji Kromatografi gas metan zona II blok II adalah seperti tabel 4.2 berikut ini :

Tabel 4.2 Hasil Analisa Uji Kromatografi Gas Zona II Blok II

No	Kandungan Gas			Lama Penangkapan Gas
	Metan (%)	CO ₂ (%)	Udara (%)	
1	27.68	6.96	65.36	3 menit
2	27.42	6.81	65.77	4 menit
3	27.39	6.76	65.85	4 menit
4	27.34	6.72	65.94	3 menit

5	27.25	6.61	66.14	4 menit
6	27.21	6.59	66.2	5 menit
Rata - rata	27.38	6.74	65.87	4 menit

Sumber : Hasil Analisa, 2009



Grafik 4. Prosentase Kandungan Gas Zona II blok II

Dilihat dari grafik prosentase kandungan gas untuk zona II blok II perbedaan dari beberapa hasil sampling dari waktu ke waktu tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan sehingga dapat di simpulkan untuk kandungan gas dari waktu ke waktu selalu stabil. Perhitung laju volume gas metan untuk zona II blok II adalah sebagai berikut :

Dari hasil survei dan analisa :

- Kandungan gas metan rata-rata = 27,38 %
- Kandungan gas CO₂ rata-rata = 6,74 %
- Kandungan udara rata-rata = 65,87%
- Lama Penangkapan Gas rata-rata = 4 menit
- Luas Zona II blok II = 12000 m²
- Kedalaman Zona II blok II = 17 m
- Mr CH₄ = 16

Untuk mencari laju volume gas metan total maka yang pertama harus diketahui terlebih dahulu volume gas metan tersebut kemudian dikalikan dengan volume zona. Dan untuk mengetahui volume gas metan maka harus diketahui terlebih dahulu

molaritas sehingga massa akan diketahui, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada perhitungan berikut ini :

- Vol. CH₄ = 0,967 lt = 0,967 dm³ < 5 dm³ (kurang dari standart kelayakan gas metan)
- Mol = 0,043 mol
- Massa = 0,688 g
- Laju volume gas per satuan waktu = 2,86 x 10⁻³ g/dt
- Laju Volume total = 583,44 g/dt

Dari perhitungan diatas antara zona I blok II dan zona II blok II tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, maka dari penelitian dapat disimpulkan potensi gas metan dari zona I blok II dan zona blok II stabil. Laju volume totalnya adalah antara 583,44 g/dt sampai dengan 869.44 g/dt.

Untuk menentukan nilai kalor dapat diketahui dari penelitian yang dilakukan sebelumnya yaitu dengan menggunakan alat bomb kalori meter, dengan penelitian ini menunjukkan adanya korelasi antara kandungan prosentase gas metan dengan nilai kalor. Nilai – nilai tersebut untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini :

Tabel 4.3 Korelasi Antara Prosentase Gas Metan dan Nilai Kalor

No	Prosentase Gas Metan (%)	Nilai Kalor (kkal)	Warna Api	Setara
1	< 30	8000	merah - kuning	kayu bakar
2	30 - 40	10000	kuning - biru	minyak tanah

3	40-50	15000	biru muda	blue gas
4	> 50	18000	biru - putih	LPG

Sumber : Sutriyono, 2007

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa gas metan TPA Supit Urang tidak memenuhi standart setara LPG, karena kandungan prosentase gas metan adalah 27 % atau mempunyai nilai kalor 8000 kkal, sehingga gas hanya setara dengan kayu bakar.

4.2. Analisa Aspek Ekonomi

Berdasarkan data yang diperoleh dari penangkapan gas metan di TPA supit urang, analisis dari aspek ekonomi perhitungannya adalah sebagai berikut :

Zona I blok II yang seluas 16000 m² menghasilkan gas metan dengan volume sebesar = laju vol gas metan x luas zona

$$= (0,000965 \text{ m}^3 / 4 \text{ menit}) \times 16000 \text{ m}^2$$

$$= 0,3474 \text{ m}^3/\text{hari} \times 16000 \text{ m}^2$$

$$= 5558.4 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jika 5 m³ gas metan disetarakan dengan :

harga 1 liter minyak tanah Rp 6000,-
1/3 galon gas = Rp 13500,- : 3 = Rp 4500,-

Maka nilai dari gas metan adalah

$$= \frac{1}{5} \times \text{Rp } 6000 = \text{Rp } 1200,-$$

Untuk total semua zona adalah

$$= \text{Rp } 1200 \times 5558.4$$

$$= \text{Rp } 6670080,- \approx \text{Rp } 6700000,-.$$

Dengan perhitungan yang sama apabila ditabelkan untuk zona 1 dan zona II adalah seperti pada tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.4 Analisa Aspek Ekonomi

No	Zona	Vol. Gas Yang Dihasilkan (m ³ /hari)	Kandungan Gas Metan (%)	Prakiraan Satuan Harga (Rp)/hari
1	Zona I Blok II	5558,4	27,32	6700000
2	Zona II Blok II	4177,4	27,38	5000000

Sumber : Hasil analisa, 2009

Dari jumlah total biaya yang diperkirakan dan dibandingkan dengan standart bahan bakar yang digunakan yaitu :

1 lt minyak tanah = Rp 6000,-
sebanding dengan;

1 kg gas LPG = Rp 4500,- sebanding dengan;

5 m³ gas metan = Rp 1200,-

Produk gas metan dapat ditingkatkan nilai ekonominya jika kandungan prosentase dalam gas yang dihasilkan dari zona atau keseluruhan mencapai 50 %, sehingga keberadaannya dapat digunakan untuk bahan baker alternatif kebutuhan rumah tangga. Agar kandungannya dapat mencapai 50 %, maka perlu dilakukan pengolahan awal berupa sortasi (pemilahan) jenis sampah antara organic dan anorganik, karena gas metan hanya berasal dari jenis sampah yang organic yang dapat mengembangbiakkan bakteri metagenesis yang mampu merubah sampah menjadi gas metan dalam proses fermentasi

4.3. Analisa Kualitas Udara Di Sekitar Area TPA Supit Urang

Program pemantauan kualitas udara merupakan suatu upaya yang dilakukan dalam pengendalian pencemaran udara. Hal yang penting diperhatikan dalam program pemantauan udara terutama berhubungan dengan aspek pengambilan contoh udara ampling dan analisis pengukurannya. Keabsahan dan keterpercayaan cara pemantauan yang diperoleh sangat ditentukan oleh metoda dan analisis yang diterapkan. Seperti diketahui, program pemantauan kualitas udara, baik di dalam udara ambient maupun dari sumber emisi bertujuan pokok sebagai pemberi masukan bagi pengambil keputusan dalam pengendalian pencemaran udara di suatu daerah. Keberhasilan program pemantauan udara seperti halnya pemantauan atas keberhasilan kebijakan pengendalian pencemaran udara yang telah diterapkan disuatu daerah, hanya akan dapat terukur dari hasil pemantauan yang dilakukan. Karenanya, pemantauan udara perlu dilandasi dengan perangkat lunak dan keras yang sesuai dengan pembakuan bila diperlukan. Dalam hal ini metoda sampling dan analisis udara akan menjadi landasan pokok yang menjamin keterpercayaan dan keabsahan data perolehan dalam program pemantauan yang dilaksanakan.

Untuk menganalisa kualitas udara dari pengaruh TPA Supit Urang yang pertama harus ditentukan terlebih dahulu titik samplingnya. Penentuan lokasi titik sampling analisa kualitas udara di utamakan pada lokasi TPA

supit urang sendiri dan penduduk terdekat sekitar TPA Supit Urang. Penentuan lokasi sampling yang pertama dapat diidentifikasi melalui gambar foto udara (google earth). Dari gambar 4.3 dan gambar 4.4 foto udara dapat di ketahu batas-batas TPA Supit Urang, yaitu :

- Sebelah utara : berbatasan dengan sungai sumber songo jarak ± 300 m
- Sebelah timur : tempat permukiman penduduk dengan jarak ± 700 m
- Sebelah selatan : berbatasan dengan sungai Gandulan dengan jarak ± 200 m
- Sebelah barat : merupakan perbukitan dan lembah

Sehingga dari sini dapat ditetapkan lokasi analisa kualitas udara terdapat 2 titik, yaitu :

- Di Lokasi TPA Supit Urang.
- Di Pemukiman penduduk sekitar, yaitu sebelah timur TPA yang berjarak ± 700 m tepatnya di Jl. Rawisari, Kelurahan Mulyorejo, Kecamatan Sukun.

Kualitas udara dan kebisingan merupakan komponen lingkungan yang diperkirakan terkena dampak dari pembangunan rencana pemanfaatan gas metan sebagai sumber energi alternatif, sehingga kondisi awal kualitas udara dan kebisingan perlu diketahui. Parameter kualitas udara dan kebisingan yang diukur adalah SO₂, CO, NO₂, O₃, Pb, H₂S, NH₃, HC, suhu/kelembaban, kecepatan angin, arah angin, debu dan kebisingan. Baku mutu kualitas udara yang digunakan

Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 10 Tahun 2009. Lokasi pengambilan sampel udara dilakukan di dua titik yaitu di pemukiman penduduk yang terdekat dari TPA yaitu di jl. Rawisari, Kelurahan Mulyorejo, Kecamatan Sukun (titik 1) dan di TPA Supit Urang (titik 2) pada tanggal 3 Agustus 2009. Pengambilan sampel udara dilakukan oleh petugas dari Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Menular Surabaya (BBTKL PPM Surabaya)

Tabel 4.5. Hasil Pengukuran Kualitas Udara

NO.	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	HASIL	
				TITIK 1	TITIK 2
1.	Sulfur dioksida (SO ₂)	ppm	0,1	0,0052	0,0056
2.	Karbon monoksida (CO)	ppm	20,0	<LD	<LD
3.	Nitrogen dioksida (NO ₂)	ppm	0,05	0,0014	0,0008
4.	Oksidan (O ₃)	ppm	0,10	0,00002	0,00002
5.	Debu	mg/m ³	0,26	0,186	0,222
6.	Timah Hitam (Pb)	mg/m ³	0,06	<LD	<LD
7.	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	ppm	0,03	0,0003	0,0002
8.	Ammonia (NH ₃)	ppm	2,0	0,0220	0,0215
9.	Kebisingan	dBA	Tidak Disyaratkan	55,5 – 60,5	55,6 – 62,3
10.	Suhu/Kelembaban	°C/%		28,5/55,6	25,7/64
11.	Kecepatan Angin	Knot		0,2 – 0,7	0,7 – 4,7
12.	Arah Angin	-		Ke Timur	Ke Timur

Sumber : BBTKL PPM Surabaya, Agustus 2009

Dari hasil pengukuran kualitas udara ambien dari semua parameter tidak melebihi baku mutu yang ditentukan, dengan demikian kualitas udara disekitar TPA Supit Urang mempunyai kualitas udara yang baik.

4.4. Zona Area Penyebaran Pengaruh Gas Metan

Pengetahuan tentang fenomena meteorologi menyebabkan potensi pencemaran udara dapat diprediksi. Beberapa model dispersi telah dikembangkan, diantaranya adalah model gauss yang merupakan model

penyebaran polutan yang umum dipergunakan.

Formula untuk menghitung C gas (metan) pada permukaan tanah arah downwind (x) adalah sebagai berikut :

Model Gaussian Plume Dispersion

$$C(x,y) = \frac{Qj}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(\frac{-H^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

Dimana :

$C_{(x,y)}$ = Tingkat konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) pada koordinat x,y meter searah dengan arah angin

X = Sumbu koordinat horizontal ke arah angin, m

y = Sumbu koordinat tegak lurus arah angin, m

Q = Laju emisi polutan ($\mu\text{g}/\text{detik}$)

u = Kecepatan angin rata-rata dalam arah x (m/detik)

H = Tinggi emisi, m

σ_y, σ_z = Koefisien dispersi lateral dan vertikal

Aplikasi perhitungannya adalah sebagai berikut :

Dari sampling, hasil uji analisa gas metan (CH_4) dan kualitas udara dapat di ketahui :

Fluktuasi emisi gas CH_4 (laju volume emisi) = $2,86 \times 10^{-3} \text{ g}/\text{dt}$

Massa atom relatif polutan (CH_4)

= 16

Tinggi emisi dimisalkan

= 2 m

Kecepatan angin dari emisi

= 0,7 knot – 4,7 knot

(diambil 3 knot pada titik 2)

= 3 knot = 3 mil/jam

= 1,34 m/dt

4.6 Dampak Gas Metan berdasarkan Jarak Downwin

No	Jarak Downwin	Kosentrasi	Lokasi	Dampak
1	50	4,27	Perkebunan	Bau
			Kantor TPA	Penyakit
2	100	1,98	Perkebunan	Bau
			Kantor TPA	Penyakit
3	300	0,18	Sungai	Bau
			Perkebunan	Penyakit
4	600	0,03	Persawahan	Bau
			Pemukiman	Penyakit
			Kantor TPA	

Sumber : Hasil Analisa, 2009

Dari tabel 4.6 dapat diketahui bahwa konsentrasi terbesar gas metan hanya berpengaruh pada para pekerja di TPA itu sendiri, karena posisi TPA jauh dari pemukiman penduduk dan di sekeliling TPA hanya terdapat perkebunan tebu. Untuk dampak gas metan terhadap penduduk yang paling dekat dengan lokasi TPA, zona areanya adalah terletak pada pemukiman penduduk di jl. Rawisari, Kel. Mulyorejo, Kec. Sukun dan pemukiman penduduk di Kec. Wagir Kabupaten Malang atau dengan jarak kurang dari 600 m dari TPA konsentrasinya hanya $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Selain dampak-dampak diatas gas metan yang terakumulasi pada lapisan - lapisan tumpukan sampah jika terbebas ke lingkungan akan berpotensi sebagai kontributor efek gas rumah kaca, yang pada akhirnya berpengaruh terhadap efek pemanasan global di bumi.

5. PEMBAHASAN HASIL KOMPOSISI GAS METAN DAN IKUTANNYA

Gas metan merupakan limbah B-3 yang dikeluarkan oleh TPA, Limbah B-3 yang memiliki karakteristik yang sangat berbahaya memerlukan penanganan dan pengelolaan yang serius, agar tidak menimbulkan resiko terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Penggunaan B3 yang terus meningkat dan tersebar luas di semua sektor apabila pengelolaannya tidak dilakukan dengan baik, akan dapat menimbulkan kerugian terhadap kesehatan manusia, makhluk hidup lainnya dan lingkungan hidup, seperti pencemaran udara, pencemaran tanah dan pencemaran air. Agar pengelolaan B-3 tidak mencemari lingkungan hidup dan untuk mencapai derajat keamanan yang tinggi, dengan berpijak pada prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan dan peningkatan kualitas hidup manusia, maka diperlukan peningkatan upaya pengelolaannya dengan lebih baik dan terpadu.

Gas metan apabila dikelola dengan rekayasa teknologi akan mengurangi dampak negatif gas metan itu sendiri, bahkan akan memberikan dampak positif misalnya dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif. Untuk mendapatkan hasil yang baik untuk konversi energi gas metan menjadi energi alternatif maka prosentase gas metan harus diatas 50 % dan apabila prosentase gas metan kurang dari 50 % maka dapat ditingkatkan prosentasenya dengan rekayasa teknologi.

5.1. Aspek Teknologi Pemanfaatan Gas Metan

Permasalahan dari aspek teknologi merupakan permasalahan yang sangat mendasar karena dari aspek teknologi ini dapat diketahui dasar apakah TPA Supit Urang layak digunakan sebagai pembangkit energi alternatif. Dalam penelitian yang sudah dilaksanakan, gas metan TPA Supit Urang hanya mempunyai prosentase kurang lebih 27 %, nilai ini hanya setara dengan kayu bakar atau mempunyai warna api merah kuning apabila akan digunakan sebagai bahan bakar alternatif kebutuhan rumah tangga. Agar gas metan mempunyai prosentase diatas 50 % atau mempunyai nilai kalor setara dengan LPG, maka = harus ditingkatkan, melalui fermentasi yang optimal melalui digester.

Rekomendasi :

Meningkatkan prosentase gas metan dapat dilakukan dengan rekayasa teknologi yang direkomendasikan berikut ini :

- a. Pengelolaan awal berupa pemilahan jenis sampah antara organik dan anorganik, karena gas metan hanya berasal dari jenis sampah yang organik yang dapat mengembangbiakkan bakteri matagenesis yang mampu merubah sampah menjadi gas metan dalam proses fermentasi anaerobik.
- b. Sampah organik yang digunakan untuk memproduksi gas metan harus dilembutkan agar gas metannya meningkat.
- c. Megontrol kondisi pH, temperatur, BOD dan COD agar selalu pada

range yang dapat meningkatkan organik dalam sampah.

- d. Konstruksi penampung sampah organik yang diarahkan untuk meningkatkan gas metan dibuat rapat terhadap pengaruh oksigen (udara)

5.2. Rekomendasi Ditinjau Dari Aspek Dampak Lingkungan

Permasalahan indeks pembangunan manusia di kawasan penduduk sekitar TPA Supit Urang meliputi permasalahan kesehatan masyarakat yaitu prevalensi penyakit ISPA yang cukup tinggi yang disebabkan oleh kondisi higiene yang kurang baik yang disebabkan dari pengaruh gas metan yang ditimbulkan dari TPA Supit Urang.

Rekomendasi :

- a. Penghijauan kawasan TPA perlu ditingkatkan khususnya dengan tanaman yang dapat menyerap bau dan material pencemaran udara akibat terbentuknya gas dari proses metabolisme dan pembakaran untuk mereduksi penyebaran bau dan pencemaran udara lain ke wilayah disekitarnya.
- b. Peningkatan pemantauan kualitas air sungai khususnya pada sungai yang melewati kawasan TPA Supit Urang, sehingga air sungai yang digunakan masyarakat aman.
- c. Peningkatan pemantauan kualitas air tanah disekitar TPA khususnya yang dikonsumsi penduduk sekitar TPA Supit Urang untuk memelihara dan meningkatkan derajat kesehatan masyarakat.

- d. Dalam penentuan lokasi pengolahan/penimbunan sampah harus mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut :

- Lokasi merupakan daerah yang potensi air tanahnya rendah dengan sumber air tanah yang relatif dalam.
- Lokasi berjarak cukup jauh dari pemukiman, sumber air permukaan dan sumur penduduk.
- Sistem pengolahan sampah dilengkapi saluran drainase yang mengelilingi area pengolahan yang terpisah dari saluran drainase yang lainnya dan dilengkapi dengan IPAL.
- Sistem pengolahan dilengkapi sistem penangkapan, pengumpulan dan pengolahan leachet yang berfungsi dengan baik.

- e. Melaksanakan swapantau disamping meningkatkan pengawasan terhadap pelaksanaan UKL-UPL terhadap TPA Supit Urang oleh Instansi terkait.

- f. Pemisahan sampah yang bisa didaur ulang dan tidak bisa didaur ulang dari sumbernya (rumah tangga).

5.3. Pembahasan dari Aspek Ekonomi

Kondisi eksisting gas metan TPA Supit Urang mempunyai potensi yang kurang apabila akan digunakan sebagai sumber energi alternatif kebutuhan rumah tangga, karena kandungan gas metan kecil.

Rekomendasi :

Meningkatkan nilai ekonomi dengan cara meningkatkan prosentase gas metan sesuai dengan rekayasa

teknologi yang dirokemendasikan, sehingga penangkapan gas metan akan lebih berpotensi dan menguntungkan.

- b. Program peningkatan fungsi TPA menjadi area komposting, meliputi perluasan, perubahan design, pelatihan petugas pengelola sampah, penyediaan fasilitas dan peralatan serta dukungan pemasaran produk kompos.
- c. Mengoptimalkan kuantitas sampah organik di TPA Supit Urang dengan pemilahan sampah sehingga kandungan gas metan akan lebih berpotensi.

5.4. Pembahasan Dari Aspek Sosial

Di kawasan TPA Supit Urang sebagian penduduknya adalah mempunyai tingkat pendidikan yang rendah dimana hanya sampai tingkat SD dan SMP. Dan mata pencaharian dengan ukuran tingkat ekonomi mulai dari kalangan ekonomi menengah ke bawah (mayoritas) sampai kalangan ekonomi menengah ke atas.

Rekomendasi :

- a. Pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan sampah khususnya pada wilayah yang belum terjangkau pelayanan pengelolaan sampah untuk menghasilkan produk daur ulang sampah yang bernilai ekonomis.
- b. Melakukan pengelolaan sampah berbasis masyarakat.
- c. Mengadakan pelatihan pembuatan kompos skala rumah tangga kepada masyarakat dan mengaplikasikannya.

- d. Sosialisasi kepada masyarakat tentang bahaya sampah dan manfaat sampah yang bisa di daur ulang.
- e. Melaksanakan sosialisasi, motivasi dan pendampingan kepada masyarakat untuk menjaga fungsi saluran drainase di lingkungan sekitarnya.
- f. Pelibatan dan memberikan motivasi kepada masyarakat dalam pembuatan bangunan peresapan air.
- g. Penerapan kebijakan pemisahan sampah domestik (organik dan anorganik) yang ditunjang peraturan, pelaksanaan sosialisasi, adanya lokasi percontohan, pengadaan fasilitas dan pelaksanaan operasional yang disiplin.
- h. Menyediakan sarana untuk pemisahan sampah organik dan anorganik. atau sampah basah dan kering, mulai dari sumber penghasil sampah.

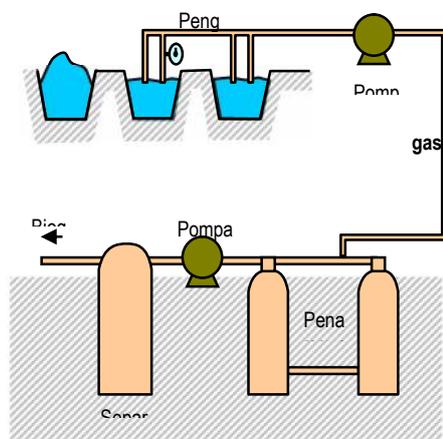
6. MEREKAYASA PEMANFAATAN GAS METAN (CH₄) MENJADI ENERGI LISTRIK

Gas metan yang terjadi karena proses alamiah dalam tumpukan sampah di TPA terbebas di udara sekitarnya, dapat dimanfaatkan menjadi energi rekayasa, jika tempat pembuangan sampah masih menggunakan open dumping. Cara yang dilakukan dengan menangkap gas-gas yang terbentuk pada lapisan timbunan sampah dengan menggunakan pipa yang ditanam pada kedalaman tertentu kemudian dialirkan ke tempat penampung gas. Dari tempat

penampung gas dialirkan ke separator gas yang mampu memisahkan gas metan dengan gas lainnya. Selanjutnya gas metan yang sudah dimurnikan dapat digunakan untuk bahan bakar pembangkit energi atau diproses lebih lanjut menjadi gas dalam bentuk cair.

Gas lain ikutan yang berupa gas karbon dioksida, amoniak, asam sulfide dapat di lepas ke udara bebas tanpa gas polutan.

Skema instalasi pemanfaatan gas metan dan pengendalian pencemaran udara sebagai berikut

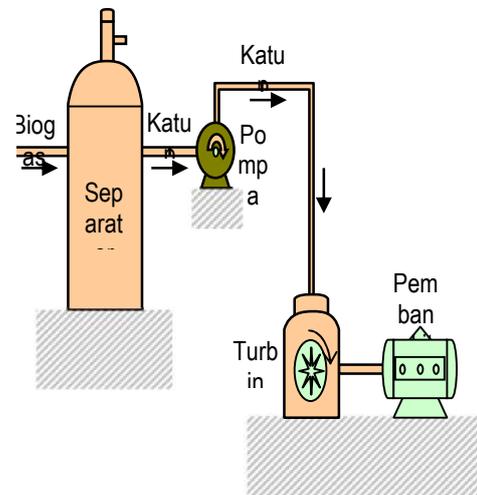


Gambar 5 : Pemanfaatan Gas Metan (Biogas) Di Tempat Penampungan Sampah (TPS)

Keterangan :

1. Open dumping,
2. Penampung gas,
3. Separator gas metan,
4. Pompa udara,
5. Pengendali polutan

Skema pemanfaatan gas metan menjadi energi listrik sebagai berikut :



Gambar 6 : Pemanfaatan Gas Metan (Biogas) Menjadi Energi Listrik

Biogas atau gas metan dari hasil pengolah ditampung dalam tangki yang berfungsi sebagai pemisah / pemurni gas metan atau separator biogas. Biogas ini diinjeksikan ke ruang pembakaran. Turbin gas yang menghasilkan daya mekanis putaran di kemudian ditransformasikan oleh kopling ke generator pembangkit listrik.

Proses pemanfaatan gas metan menjadi energi listrik melalui konversi pengubah jenis energi yang panjang yaitu : biokonversi, konversi mekanis dan konversi elektrik.

7. KESIMPULAN

Energi dan limbah merupakan satu kesatuan sebagai hubungan sebab akibat, yang terjalin kontradiksi, makin banyak energi yang digunakan makin banyak limbah yang menyebabkan pencemaran. Hubungan

pengaruh yang kontradiktif tersebut akan dapat diserasikan melalui rekayasa teknologi yang dikonsentrasikan pada skala prioritas kebutuhan dan pada dinamika pembangunan.

Energi identik dengan adanya kehidupan dan perkembangan pembangunan di segala bidang, kemajuan dan perubahan dalam kehidupan juga berdampak pada limbah yang dihasilkan sehingga berakibat pada pencemaran lingkungan, namun makin hari teknologi rekayasa terus berkembang dan makin canggih sehingga berpengaruh juga terhadap pola berpikir para cerdik pandai untuk mengurangi kesenjangan kontradiksi antara energi dan limbahnya.

Yang muncul dalam pikiran, apakah kemajuan teknologi akan menjadi virus erosi peradaban dan perilaku umat manusia atau menjamin kemaslahatan dan kedamaian rasa persaudaran. Jawabannya bergantung pada pola pikir dan penyikapian masing masing, bahwa akhlak dan hati nurani berfungsi sebagai pengendali ilmu. Sehingga tidak terjadi bahwa yang lebih menguasai energi akan bertindak leluasa untuk menuruti emosi dan egonya.

Limbah yang selalu bertambah seiring dengan kemajuan pembangunan dan kegiatan dalam segala kehidupan, yang keberadaannya menjadi pencemaran, pengotoran dan menjadi faktor pengganggu kestabilan ekologi dan ekosistem, perlu dan harus dikurangi, dengan cara diolah dan dimanfaatkan lebih maksimal.

Limbah harus diatasi dan dikendalikan agar lingkungan hidup yang nyaman tenteram, indah dan damai dapat diwujudkan. Dunia dan duniawi bukan warisan dari nenek moyang kita, tetapi sebagai titipan anak cucu kita yang selayaknya harus dipelihara sebaik-baiknya.

Menghemat penggunaan energi berarti memanfaatkan energi dan pendukung lainnya lebih efisien dan efektif agar diperoleh nilai produktifitas lebih maksimal.

Menghemat pemakaian energi berarti juga meminimalkan terjadinya limbah, akan tetapi menjadi lebih bijak jika energi digunakan dan dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan bukan digunakan sesuai dengan keinginan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1997, 1998, Energi Baru dan Terbarukan, DIRJEN Listrik dan Energi, Jakarta.
2. Agus, 2004, Atasi Defisit Energi Listrik, Indonesia Bisa Gunakan Biomassa Sampah, Media Indonesia.
3. Ackerman, E., Redjani, 1988, Ilmu BIOFISIKA, Universitas Airlangga, Surabaya.
4. Arbianto, P., 1996, Biokimia Konsep-Konsep Dasar, Jakarta : DIRJEN-DIKTI.
5. Boedoyo, M.S., 1998, Pemanfaatan Limbah Sebagai Energi Alternatif, Dirjen Listrik dan Pengembangan Energi.
6. Clara dkk., 2004, Pengolahan Sampah Terpadu, Salah Satu Upaya Mengatasi Sampah Di Perkotaan, PPS, IPB Bogor.

7. Hermadi, H.A., 2001, Alternatif Penanganan Populasi Limbah Domestik di Kodya Surabaya, Universitas Airlangga, Surabaya.
8. Indriyati, 2002, Pengaruh Waktu Tinggal Subtrat Terhadap Effisiensi Reaktor,
9. Indartono, Y., 2005, Bioetanol, Alternatif Energi Terbarukan, Kobe University.
10. Kadir, A., 1990, Energi; Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik, Populasi
11. Poedjiadi, A., 1994, Dasar-dasar Biokonversi, Universitas Indonesia, Jakarta.
12. Page, D.S., 1985, Prinsip-Prinsip Biokimia, Erlangga, Jakarta.