

B<sub>2</sub> & B<sub>3</sub>

ISSN 1411 - 3244

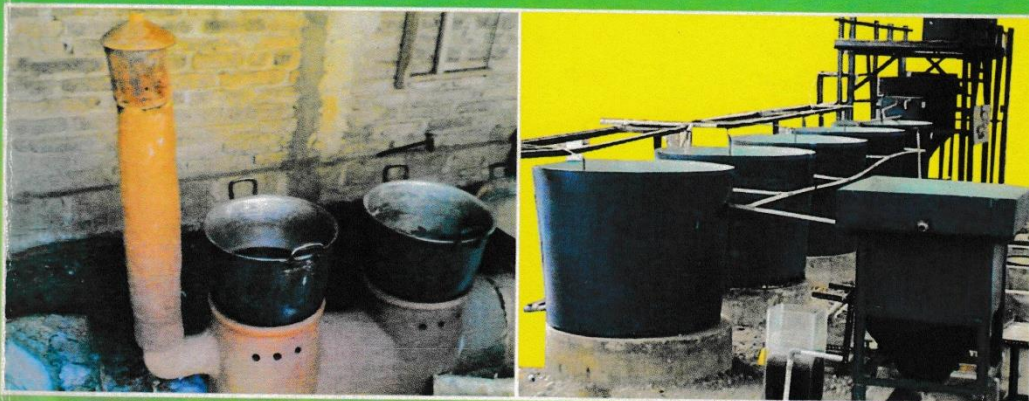
# JURNAL REKAYASA LINGKUNGAN

Publikasi Ilmiah  
Jurusan Teknik Lingkungan

Volume 7

Nomor 1

Januari 2009



J. Rekayasa Lingkungan	Vol. 7	Nomor 1	Halaman 1- 58	Yogyakarta Januari 2009	ISSN 1411 - 3244
------------------------	--------	---------	---------------	-------------------------	------------------

Diterbitkan :  
**SEKOLAH TINGGI TEKNIK LINGKUNGAN " YLH "**  
KAMPUS I Jln. Janti Gedongkuning  
Yogyakarta

# Jurnal Rekayasa Lingkungan

Vol. 7 No.1 Januari 2009

**Penanggung Jawab :**

Prof. Dr. Ir. H. Chafid Fandeli  
(Ketua STTL "YLH")

**Pemimpin Umum :**

Diananto Ph, ST, M.Si  
(Pembantu Ketua II)

**Dewan Redaksi :**

**Ketua :**

Dra. Lily Handayani, M.Si  
(Pembantu Ketua I)

**Anggota :**

Drs. H. Akhsin Zulkoni, Msi  
Ir. MRS Darmanijati, MT  
Drs. Ig. Sugiman, MS  
Drs. Nasirudin, MS  
Prof. Ir. Sardjono

**Administrasi :**

1. Joko Susilo, ST  
2. Eling Waspodo

ISSN 1411 -

Jurnal Rekayasa Lingka diterbitkan sejak tahun 2000 dengan frekuensi dua kali setahun, yaitu bulan Januari dan Juli. Jurnal ini memuat hasil-hasil penelitian ilmiah maupun analisis kejuruteraan tentang lingkungan hidup dan pembangunan yang luas, khususnya tentang rekayasa teknologi lingkungan.

Dewan redaksi menerima naskah baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris. Naskah yang dikirim adalah orisinal dan belum pernah diterbitkan atau tidak akan dipertimbangkan oleh publikasi. Setelah naskah selesai diteliti, penulis diminta untuk menyekop satu copy naskah yang diperbaiki dan sebuah disket file naskah.

Naskah dikirim sebanyak 5 copy dikirim ke:  
Redaksi Jurnal Rekayasa Lingkungan Sekolah Tinggi Teknologi Lingkungan "YLH"  
Kampus I Jln. Janti Gedong  
Yogya  
Telp. : 0274 - 566863  
Fax. : 0274 - 566863  
Harga langganan (termasuk pengiriman)  
Lembaga / Instansi :  
P. Jawa : Rp. 17.500 / eksemplar  
Luar P. Jawa : Rp. 20.000 / eksemplar  
Perorangan :  
P. Jawa : Rp. 15.000 / eksemplar  
Luar P. Jawa : Rp. 17.500 / eksemplar

# JURNAL REKAYASA LINGKUNGAN

Diterbitkan oleh :

## SEKOLAH TINGGI TEKNIK LINGKUNGAN

Terbit dua kali setahun : Januari - Juli

Volume 7

Nomor 1

Januari 2009

### DAFTAR ISI

	Halaman
1. Kondisi Demografi, Sosial Ekonomi Dan Kesehatan Pemulung Ditempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) Piyungan, Yogyakarta Oleh : Rita Dewi Triastianti .....	3 - 14
2. Pengelolaan Sampah Permukiman Di Kota Yogyakarta Oleh : Nasirudin .....	15 - 22
3. Pemanfaatan Kembali (Reuse) Limbah Cair Tahu Sebagai Bahan Makanan Berserat Tinggi (Nata De Soya) Oleh : Dewi Rahyuni dan Akhsin Zulkoni .....	23 - 28
4. Pengamatan Faktor Berpengaruh Pada Metode Koagulasi Yang Dipakai Untuk Penurunan Kandungan Pencemaran Pada Limbah Cair Lingkungan Industri Jasa Pencucian Dan Binatu Oleh : Diananto Prihandoko .....	29 - 36
5. Prospek Pembuangan Akhir Sampah Piyungan Yogyakarta Sebagai Sumber Energi Alternatif Oleh : Akhsin Zulkoni .....	37 - 42
6. Modifikasi Tungku Tradisional Untuk Mengurangi Kadar CO Dan Partikel Di Dalam Ruangan Dapur Oleh : Diananto Prihandoko, MRS Darmaji dan Lily Handayani .....	43 - 50
7. Peranan Vegetasi Mangrove Dalam Pengendalian Bahan Pencemar Oleh : Retno Susetyaningsih .....	51 - 58
8. Removal Bod dan $NH_4^+$ Pada Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Pengolahan Gabungan .....	59 - 66



## SEKOLAH TINGGI TEKNIK LINGKUNGAN (STTL)

TERAKREDITASI

SK. BAN Nomor : 021/BAN-PT/Ak-X/S1/XII/2006

ALAMAT : KAMPUS I : JALAN JANTI KM. 4, GEDONGKUNING, YOGYAKARTA, TELP. & FAX. : (0274) 566863

KAMPUS II : WINONG, TINALAN, KOTAGEDE, YOGYAKARTA, TELP. : (0274) 371270

Website : www.sttl-yih.ac.id Email : info@sttl-yih.ac.id

### SURAT KETERANGAN

No : 1.1 <sup>76</sup> /STTL/Ket/I/2009

Yang bertanda tangan dibawah Ketua Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Yogyakarta, dengan ini menerangkan bahwa nama-nama tersebut dibawah ini :

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. Ketua STTL   | : Penanggung Jawab    |
| 2. Diananto Prihandoko, ST, MSi. (STTL Yogyakarta)    | : Pemimpin Umum       |
| 3. Dra. Lily Handayani, M.Si. (STTL Yogyakarta)       | : Ketua Dewan Redaksi |
| 4. Drs. H. Akhsin Zulkoni, MSi. (STTL Yogyakarta)     | : Anggota             |
| 5. Ir. MRS. Darmanijati, MT. (STTL )                  | : Anggota             |
| 6. Drs. Ig. Sugiman ( <b>Fak.Geografi UGM</b> )       | : Anggota             |
| 7. Drs. H. Nasirudin, MS. (STTL Yogyakarta)           | : Anggota             |
| 8. Prof.Ir. Sardjono ( <b>PPNY BATAN Yogyakarta</b> ) | : Anggota             |
| 9. Joko Susilo, ST.                                   | : Administrasi        |

Adalah Tim Personalia Jurnal Rekayasa Lingkungan, ISSN 1411-3244 , yang diterbitkan oleh Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Yogyakarta.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Januari 2009  
Ketua  
  
Prof. Dr. Ir. H. Chafid Fandeli

## ROSPEK PEMBUANGAN AKHIR SAMPAH PIYUNGAN YOGYAKARTA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF

Akhsin Zulkoni<sup>1)</sup>

### ABSTRACT

Study of prospect land disposal Piyungan Yogyakarta as source of energy alternative aim to know design the instalation of gas holder with the distribution. Base of the design gas holder is mean of biogas production (methane – ethane) every exhauster every minutes. The mean of biogas production every exhauster are 282,63 ppm sec<sup>-1</sup> consist of 276,66 ppm sec<sup>-1</sup> methane and 5,97 ppm of ethane sec<sup>-1</sup>. If assumed requirement it to cook and lamp every family is 2800 liter day<sup>-1</sup>, hence it can be exploited by six family.

Key note : biogas, gas holder

### INTISARI

Penelitian yang berjudul Prospek pembuangan akhir sampah Piyungan Yogyakarta sebagai sumber energi alternative bertujuan untuk mengetahui produksi dan potensi biogas di TPA Piyungan Yogyakarta dan merancang instalasi penangkap biogas (*gas holder*) beserta pendistribusiannya. Dasar perancangan alat penangkap gas adalah rata-rata produksi biogas (metana dan etana) tiap pipa pralon tiap menit. Rata-rata produksi biogas setiap pipa pralon di TPA Piyungan adalah 282,63 ppm/menit terdiri dari 276,66 ppm/menit gas metana dan 5,97 ppm/menit gas etana. Bila diasumsikan kebutuhan biogas untuk memasak dan penerangan tiap keluarga 2.800 liter per hari, maka biogas yang dihasilkan dari TPA Piyungan bisa dimanfaatkan oleh 6 keluarga.

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Sampah adalah bahan sisa atau bahan yang sudah tidak digunakan lagi (sebagai barang bekas) maupun bahan yang sudah diambil bagian utamanya (Hadiwijoyo, 1983). Sampah yang tidak dikelola dengan baik akan menjadi masalah dalam sanitasi lingkungan terutama di daerah perkotaan. Masalah sampah begitu kompleks karena kuantitas dan macamnya yang semakin bertambah banyak. Hal ini seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan aktifitas makhluk hidup dan juga adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan kemajuan teknologi.

Di wilayah Yogyakarta saat ini telah beroperasi tempat pembuangan akhir (TPA) dengan tujuan untuk mengantisipasi kebutuhan masyarakat akan pelayanan persampahan guna mewujudkan kebersihan kota dengan tetap melestarikan lingkungan hidup. TPA ini mulai beroperasi pada tahun 1995 dengan luas lahan kurang lebih 12,5 Ha. Lahan yang ada di lokasi tempat pembuangan akhir sampah Kotamadya Yogyakarta berada di dusun Ngablak, desa Sitimulyo, kecamatan Piyungan, kabupaten Bantul. Jarak lokasi dengan pusat kota Yogyakarta ± 16 km ke sebelah Timur dan berjarak ± 4 km dari jalan raya Yogya-Wonosari, dengan jalan masuk sudah beraspal.

Selain menghasilkan *leachate*, tempat pembuangan akhir juga menghasilkan biogas hasil fermentasi mikroorganisme anaerobik. Selama ini biogas yang dihasilkan di

TPA Piyungan dikeluarkan melalui pipa PVC diameter 100 mm buah yang ditancapkan ke dalam sampah kedalaman 1,5 m dan kearah barat dari satu pipa ke pipa yang lain 50 m dan kearah utara pipa yang lain 50 meter. Biogas yang keluar dari cerobong saat sia-sia. Agar tidak keluar ke alam bebas dan dapat dimanfaatkan perencanaan gas holder dan pipa transmisi untuk memanfaatkan Piyungan.

Penelitian kali ini dilakukan untuk mengetahui produksi dan potensi Piyungan Yogyakarta, dan merancang instalasi penangkap pendistribusiannya, sehingga bisa dimanfaatkan oleh masyarakat energi alternatif.

### 1.2. Perumusan Masalah

Timbulan sampah yang umurnya telah bertahun-tahun di TPA Piyungan mengalami proses dekomposisi anaerobik oleh mikroorganisme, biogas yang ternyata masih mengandung energi sangat tinggi. Penelitian ini dikaji produksi biogas setempat dan kemungkinan pemanfaatan energi alternatif, mengingat sumber energi yang tak terbarukan (fosil) semakin menipis dan cenderung habis.

### 1.3. Tujuan dan Manfaat

#### Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui produksi di TPA Piyungan Yogyakarta
2. Untuk mengetahui potensi biogas di TPA Piyungan sebagai energi alternatif.
3. Merancang instalasi penangkap biogas dan pendistribusiannya.

#### Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti dapat menambah ilmu pengetahuan dan pengolahan sampah.
2. Agar dapat bermanfaat bagi masyarakat khususnya masyarakat setempat pembuangan akhir (TPA) Piyungan Yogyakarta.
3. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang cara pemanfaatan sampah.

## B. TINJAUAN PUSTAKA

Biokonversi sampah adalah salah satu penanganan sampah memanfaatkannya menjadi sumber energi atau bahan lainnya yang tambah. Biokonversi merupakan suatu proses mengkonversi atau merombak bahan organik yang mempunyai rumus kimia yang kompleks menjadi bahan-bahan yang lebih sederhana, lebih berguna dan mempunyai nilai tambah dengan peristiwa biologis dari mikrobiologi atau enzim.

Menurut Simamora (1989), biogas adalah gas mudah terbakar dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri (bakteri yang hidup dalam kondisi kedap udara) yang didominasi oleh metana ( $C_2H_6$ ) dan gas-gas lain seperti  $CO_2$ ,  $NO_2$ ,  $CO$ ,  $O_2$ ,  $C_3H_8$  dan  $H_2$ .

Menurut Hadiwiyoto, (1983) yang disebut biogas yang sebenarnya adalah senyawa methana (CH<sub>4</sub>), sering juga disebut klar "sewerage gas", gas gobar, bioenergi, RDF (*Refuse Derivate Fuel* = Bahan bakar dari sampah) dan merupakan bahan bakar masa datang. Gas methana bersifat tidak berbau, tidak berwarna dan sangat mudah terbakar. Pada umumnya bukan sebagai gas murni tetapi merupakan campuran gas methana (kurang lebih 65%). Karbondioksida (kurang lebih 30%). H<sub>2</sub>S (kurang lebih 1%) dan gas-gas lain.

Menurut Ginting, 1997 proses fermentasi meliputi dua tahap pokok. **Tahap pertama** : Bakteri merubah bahan-bahan organik seperti karbohidrat buah yang asam, protein dan lemak-lemak. Perubahan menghasilkan asam cuka, asam laktat, asam propanoat, asam butanoat, methanol, ethanol dan butanol dan juga karbondioksida (CO<sub>2</sub>), hidrogen (H<sub>2</sub>), hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S) dan zat anorganik lainnya. **Tahap kedua** : Bahan-bahan organik sederhana dan karbondioksida yang telah dihasilkan salah satunya teroksidasi atau tereduksi menjadi methana oleh mikro organisme. Hasil methana atau methanoganik mikro organisme banyak bervariasi. Untuk itu diperlukan supply nitrogen dan akhirnya dibagi menjadi karbon sebagai asam organik sederhana, dan alkohol yang dihasilkan karena fermentasi dari polimer-polimer, lemak-lemak dan karbohidrat lainnya. Keduanya akan dirombak menjadi methana dan karbondioksida.

Tahapan ini dapat digambarkan menurut reaksi secara keseluruhan sebagai berikut  
 $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow{\text{bakteri methana}} 3n CH_4 + 3n CO_2 + \text{panas}$

Reaksi tersendiri meliputi :

- a. Asam terombak menjadi methana.  
 $2 C_3 H_7 CO OH + H_2 O \xrightarrow{\text{bakteri methana}} 5 CH_4 + 3 CO_2$
- b. Oksidasi ethanol oleh karbondioksida menghasilkan methana dan asam acetat.  
 $2 CH_3 CH_2 OH + CO_2 \xrightarrow{\text{bakteri methana}} 2 CH_3 CO OH + CH_4$
- c. Reduksi dengan hidrogen dari karbondioksida menjadi methana.  
 $CO_2 + 4 H_2 \xrightarrow{\text{bakteri methana}} CH_4 + 2 H_2 O$

Selanjutnya bahan organik kompleks dirombak oleh mikroorganisme menghasilkan asam organik sederhana, Alkohol, karbondioksida dan sebagainya. Tahap selanjutnya teroksidasi oleh mikro organisme yang menghasilkan methana.

### C. METODE PENELITIAN

- Menangkap biogas yang keluar dari ventilasi (pipa pralon) TPA sampah Piyungan menggunakan fenojack selama 1 menit pada Zona 1, Zona 2 dan Zona 3 secara acak.
- Menangkap biogas yang keluar dari ventilasi TPA sampah Piyungan menggunakan fenojack selama 2 menit pada Zona 1, Zona 2 dan Zona 3 secara acak.
- Menangkap biogas yang keluar dari ventilasi TPA sampah Piyungan menggunakan fenojack selama 3 menit pada Zona 1, Zona 2 dan Zona 3 secara acak.
- Menganalisa gas methane dan etana di laboratorium
- Menghitung analisis statistik menggunakan analisis keragaman dilanjutkan uji DMRT ( . 5 %) bila ada beda nyata.
- Menghitung produksi biogas per hari di TPA Piyungan.
- Merancang gambar bak penampung gas (gas holder) dan pendistribusiannya

### D. HASIL DAN PEMBAHASAN

TPA Piyungan beroperasi sejak 1995, oleh karena itu sampai saat ini telah berusia 12 tahun dan menempati wilayah seluas 15 ha. Sistem *sanitary landfill* yang diterapkan di TPA setempat, melahirkan zona-zona berdasar usia sampah. Zona 1, zona yang berada di

bagian barat, yaitu tumpukan sampah paling tua, berusia sekitar zona ini sudah menyerupai tanah, berwarna gelap, karena sampah pemulung, sedangkan sampah organik telah mengalami degradasi bagian tengah, berusia sekitar 7 tahun. Pada zona 2 ini masih ada bagian yang belum terdegradasi. Zona 3, zona yang berada di bagian timur. Pada zona ini merupakan tempat pembuangan sampah Piyungan. Kegiatan pemulungan sampah-sampah anorganik masih banyak terdapat di wilayah ini.

Di setiap zona dipasang beberapa pipa pralon yang bertujuan untuk mengalirkan gas dari dalam tumpukan sampah. Gas tersebut merupakan gas bio, yang dihasilkan dari sampah selama bertahun-tahun. Pada zona 1 dipasang 56 pipa pralon, zona 2 dipasang 44 pipa pralon dan zona 3 dipasang 44 pipa pralon. Karena TPA Piyungan merupakan tempat penggembala sapi maka pipa-pipa tersebut sebagian besar terpendam di tanah, sehingga bila ingin menangkap biogas harus menyingkirkan tanah, sehingga bila ingin menangkap biogas harus menyingkirkan tanah dan menutupi potongan pipa tersebut.

Berdasar hasil pengamatan, Zona 1 merupakan zona yang paling banyak menghasilkan gas metana. Hal ini disebabkan tumpukan sampah telah padat, sehingga suasana di bagian dalam anaerob. Karena kondisinya anaerobik oleh mikrobia bisa berlangsung optimum.

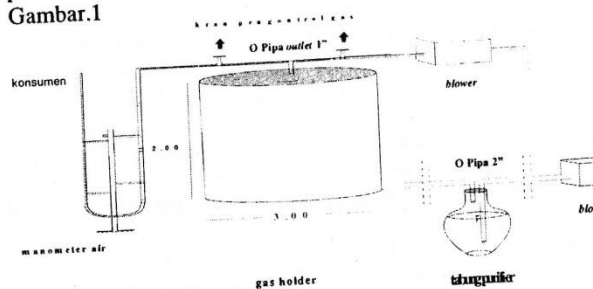
Diketahui volume biogas yang dihasilkan per menit adalah 28 liter biogas 0,02 mg/l, maka volume biogas yang dihasilkan per hari adalah  $14131 \text{ liter} = 14,131 \text{ m}^3$ . Agar biogas yang ke luar dapat ditangkap, maka harus dibuat alat penangkap yang disebut tabung untuk keperluan ini berdasar perhitungan sebagai berikut:

Volume gas holder dihitung menurut rumus  $V = R^2 \times t$ ; dimana  $V$  adalah volume gas holder,  $R$  adalah tinggi gas holder. Bila dibuat tabung dengan tinggi 2 m adalah:

$$\begin{aligned} R^2 &= \text{volume} / t \\ &= 14,131 / 3,14 \cdot 2 \\ &= 2,25 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$R = 1,5 \text{ m}$ , sehingga diameter tabung 3.00 m

Disamping gas holder, juga dibutuhkan alat-alat penangkap biogas, yaitu purifier, pipa, manometer dan kran, yang dirangkai agar penangkapannya optimal. Hasil rancangan alat tersebut ditunjukkan pada Gambar.1



TAMPAK SAMPIING

Gambar 1. Rangkaian gas holder yang dire

Dalam rangkaian gas *holder* ini terdiri dari beberapa alat yang fungsinya berbeda-beda dan saling berkaitan antara yang satu dengan yang lainnya. Gas yang keluar melalui pipa yang terdapat ditempat pembuangan akhir (TPA) Piyungan kemudian disalurkan melalui pipa yang berdiameter lebih kecil ke dalam tabung gas *purifier* dengan dibantu *blower* agar tekanannya menjadi besar. Tabung gas *purifier* difungsikan sebagai tempat untuk penyaringan gas metana dan etana dengan gas-gas lain sehingga akan dihasilkan gas metana dan etana saja. Di dalam tabung gas *purifier* ini terdapat larutan bahan kimia ferric hidrat  $\{Fe(OH)_3\}$ . Untuk menghindari terjadinya korosi maka tabung gas *purifier* ini terbuat dari kaca. Gas ini selanjutnya masuk ke tabung gas *holder* dengan melewati pipa *out* dari tabung gas *purifier*. Tabung gas *holder* tersebut dilengkapi dengan manometer air yang fungsinya untuk mengetahui seberapa besar biogas yang ditampung. Untuk memperkuat tekanan gas yang keluar menuju konsumen dibantu dengan *blower*.

Menurut perhitungan, diperoleh prediksi rata-rata volume biogas yang tertangkap tiap pipa pralon tiap menit sebesar  $14,131 \text{ m}^3$ . Menurut Hadi (1981), kebutuhan per hari bagi satu keluarga petani untuk memasak sebesar 1.000 liter dan lampu penerangan 1.280 liter, total kebutuhan energi tiap hari sebesar 2.280 liter. Bila tiap menit gas tertangkap  $14,131 \text{ m}^3 = 14.131 \text{ liter}$ , maka volume biogas tersebut dapat dimanfaatkan bagi 6 keluarga.

## E. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasar hasil pengamatan, analisis statistik dan pembahasan, maka dapat disimpulkan

1. TPA Piyungan menghasilkan biogas dengan kadar rata-rata 282,63 ppm/menit terdiri dari 276,66 ppm/menit gas metana dan 5,97 ppm/menit gas etana.
2. Berdasar rata-rata produksi gas metana dan etana tiap pipa pralon tiap menit, maka biogas yang dihasilkan oleh TPA Piyungan berpotensi menjadi energi alternatif, yang bisa dimanfaatkan bagi 6 keluarga.
3. Rangkaian alat gas holder meliputi tabung gas holder, blower, tabung gas purifier, dan pipa.

### B. Saran

Sebaiknya dilakukan perbaikan pipa-pipa pralon yang semula terbuat dari plastic (PVC) dengan pipa besi, sehingga gas-gas hasil degradasi sampah dari dalam tumpukan bisa keluar dan bisa dimanfaatkan secara optimal.

Kondisi pada telah diambil 2. berada di bagian sampah usia sekitar 2 tiba di TPA mbalaan sapi

eluarkan gas akan anaerob 2 dipasang 48 makan untuk di permukaan sampah yang

memproduksi menyebabkan adasi sampah

la berat jenis 2,63/0,02 = pralon dapat r. Kebutuhan

ari-jari dan t ari-jari tabung

ower, tabung a biogas dan skan dalam



DAFTAR PUSTAKA

- Akhsin, Z. 1997. *Pemanfaatan sampah TPA Piyungan sebagai Teknik Lingkungan Yogyakarta AMDAL Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Piyungan, Umum Propinsi DIY Sub Dinas Cipta Karya, Yogyakarta*
- Anonim. 1995. *Studi kelayakan pengomposan sampah di w Yogyakarta.*
- Basuki, P. 1992. *Aplikasi Biokonversi Limbah Organik Untuk Peningkatan Kualitas Lingkungan Hidup, PAU Biotek Mada, Yogyakarta.*
- Beneifrd, L.D. & C.W. Randall. 1980. *Boplogical process design Precentice. Hall Inc. Englewood.*
- Felizardo, E. I. 1990. *The Utilization of Animal and Agriculture Production of Fuel-Gas and Feed for Heat and Power.*
- Hadi, N. 1980, *Gas Bio Sebagai Bahan Bakar, Proyek La "LEMIGAS" Cepu.*
- Hadiwiyoto., S. 1983. *Penanganan dan pemanfaatan sampah, Ya Harahap. 1980. Teknologi Gas Bio, PTP, Institut Teknologi Band*
- Junus, M.1983. *Teknik mrmbuat dan memanfaatkan biogas. Gadj Yogyakarta.*
- Maramba F.D. 1978. *Biogas and Waste Recycling, Maya Farm, M*
- Meynel. J. P. 1976. *Methane Planning A Degester, Prims Press Dorchester, Dosert.*
- Murtadho, Djuli, 1988. *Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Perkasa, Jakarta.*
- Sahidu, S. 1983. *Kotoran Ternak Sebagai Sumber Energi, Dewar*
- Simamora, S. 1989. *Pengelolaan Limbah PeternakanTeknologi IPB Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan D*
- Kebudayaan, Jakarta.
- Soewedo Hadiwiyoto. 1983. *Penanganan dan Pemanfaatan Jakarta.*
- Sri Kadarwati, 1981. *Teori / Reaksi Pembuatan Gasbio, Proyek I "LEMIGAS" Cepu.*
- Suriawirya. U. dan I. Sastramiharja. 1980. *Faktor Lingkuang Proses Pembentukan Gas Bio Serta Kemungkinan Didalamnya. Lab Mikrobiologi, ITB, Bandung.*
- Tchobanoglous, 1993. *Solid Waste Engineering. Third Edition, Company.*
- Tom D. Reynolds, 1977. *Unit Operations and Processes In Brooks/Cole Engineering Division Monterey, California*
- Udiharto, M. 1981. *Pemanfaatan Limbah, Proyek Laboratorium Cepu.*
- Werner, U. S. Ulrich and H. Nicolai, 1989. *Biogas in Animal Hu Sohn Braunschweig / Wiesbaden.*
- Widarto & Sudarto. 1997. *Membuat biogas seri teknologi tepat g*
- =====