

# PERENCANAAN SISTEM PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK MENJADI BIOGAS (STUDI KASUS: PUJASERA TAMAN BATANG LUBUH)

Arif Rahman Saleh, MT  
Jurusan Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian  
Khairul Fahmi, MT  
Jurusan Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian  
Email: [ariefrahmansaleh@upp.ac.id](mailto:ariefrahmansaleh@upp.ac.id)

## ABSTRAK

Pemerintah Daerah Kabupaten Rokan Hulu dalam upaya pemerataan pengembangan Kota Pasir Pengaraian dan program revitalisasi daerah aliran sungai batang lubuh telah membangun sebuah kawasan *Water Front City* (WFC). Meningkatnya aktivitas di lokasi WFC selain membawa dampak positif juga membawa dampak negatif yaitu meningkatnya jumlah timbunan sampah. Saat ini penanganan sampah dari aktifitas di *Water Front City* (WFC) tidak dilakukan dengan baik. Potensi *Water Front City* (WFC) untuk mengembangkan biogas sangat besar karena jumlah sampah organik dari aktifitas kuliner setiap harinya sebesar 100 kg dan 70%-nya adalah sampah organik. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem yang dapat mengolah sampah organik tersebut menjadi biogas. Ruang lingkup penelitian ini adalah perancangan gambar alat penghasil biogas dan menjabarkan tentang perencanaan bahan yang akan digunakan dan pengujian digester dalam skala kecil. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dimulai dengan melakukan kajian literatur terhadap sampah dan berbagai jenis nya, teknologi pembuatan biogas dan dilanjutkan dengan desain dan perencanaan sistem biogas, selanjutnya dilakukan pengujian dengan skala kecil. Hasil dari perencanaan ini adalah sebuah sistem dengan daya tampung 1 m<sup>3</sup> dengan tingkat produksi biogas perharinya sebesar 0,0008 m<sup>3</sup> (0.8 liter) dan HRT (*hydraulic retention time*) selama 50 hari, Penambahan bahan organik dilakukan setiap hari sebanyak 20 kg dan laju penambahan limbah organik (*Specific Loading Rate-SLR*) sebanyak 20 kg/hari, untuk penampungan gas metana digunakan tabung dengan kapasitas 200 liter yang dilengkapi dengan pengaman dan tabung tekanan yang dibuat dari ban dalam sepeda motor.

Kata kunci : *biogas, limbah organik, biomassa, anaerob*

## 1. Pendahuluan

Pemerintah Daerah Kabupaten Rokan Hulu dalam upaya pemerataan pengembangan Kota Pasir Pengaraian dan program revitalisasi daerah aliran sungai batang lubuh telah membangun sebuah kawasan *Water Front City* (WFC). Sesuai dengan konsep nya *Water Front City* (WFC) adalah sebuah kawasan yang merupakan lokasi pagelaran budaya, adat istiadat dan pengembangan potensi wisata kuliner dan pendidikan.

Letak *Water Front City* (WFC) cukup strategis karena berada di

tengah- tengah kota Pasir Pengaraian. Sejak dioperasikan pada tahun 2013 *Water Front City* (WFC) telah menunjukkan perkembangan yang cukup signifikan dalam meningkatkan taraf pendapatan dan perekonomian pedagang kaki lima (PKL). Fungsi *Water Front City* (WFC) yang sangat aktif adalah sebagai sentra wisata kuliner. Meningkatnya aktivitas di lokasi *Water Front City* (WFC) selain membawa dampak positif juga membawa dampak negatif yaitu meningkatnya jumlah timbunan

sampah. Saat ini penanganan sampah dari aktifitas di *Water Front City* (WFC) tidak dilakukan dengan baik. Sebagian sampah dikumpulkan di Tempat Penampungan Sementara dan sebagian dibuang pemilik di parit sekitaran *Water Front City* (WFC). Minimnya pengetahuan pengelola dalam penanganan sampah menimbulkan pemikiran bahwa sampah merupakan masalah karena identik dengan kotor, bau tidak sedap dan tidak memiliki nilai ekonomis.

Disisi lain krisis energi yang melanda negeri ini diperkirakan masih akan berlangsung beberapa tahun ke depan. Di tengah persoalan tersebut, pengembangan energi baru dan terbarukan menjadi solusi alternatif. Pemerintah telah mengeluarkan *Blue Print* Pengelolaan Energi Nasional Periode 2005—2025 yang merupakan penjabaran dari Kebijakan Energi Nasional (Peraturan Presiden No.5 Tahun 2006). Dalam cetak biru itu, peranan energi baru dan terbarukan ditargetkan meningkat menjadi 4,4% pada tahun 2025. Salah satu cara penanggulangan sampah organik yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia adalah dengan menerapkan teknologi anerobik untuk menghasilkan biogas.

Secara ilmiah, biogas yang dihasilkan dari sampah organik adalah gas yang mudah terbakar (*flammable*). Potensi *Water Front City* (WFC) untuk mengembangkan biogas sangat besar karena jumlah sampah organik dari aktifitas kuliner setiap harinya sebesar 100 kg dan 70%-nya adalah sampah organik. Pengelolaannya pun cukup sederhana dan tidak memerlukan banyak biaya. Biogas juga lebih ramah lingkungan dan bisa mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap sumber energy yang tak terbarukan.

Hal inilah yang menjadi latar belakang dalam penelitian ini yakni untuk melakukan perencanaan kemudian membuat sebuah sistem pengolahan sampah organik menjadi energi biogas yang bermanfaat dan dapat dipergunakan kembali untuk memasak oleh para penjual di *Water Front City* (WFC).

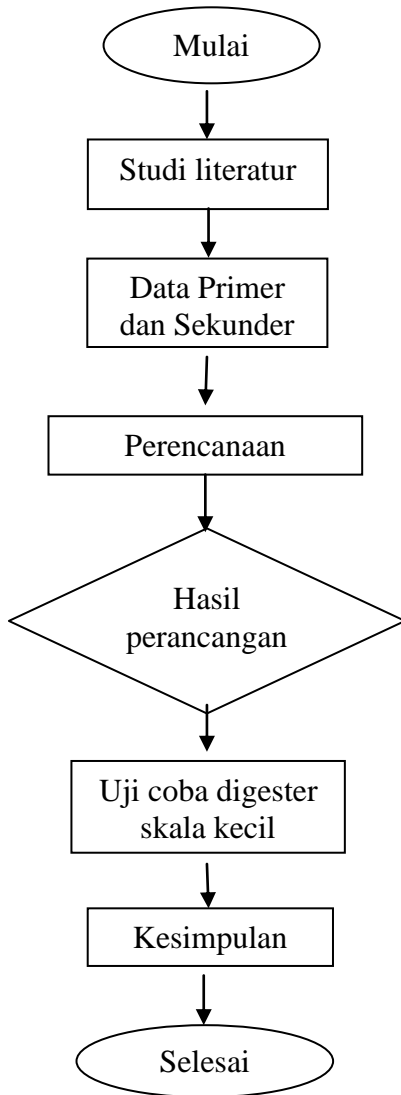
## **2. Metodologi Penelitian**

### **2.1 Bahan dan Metode**

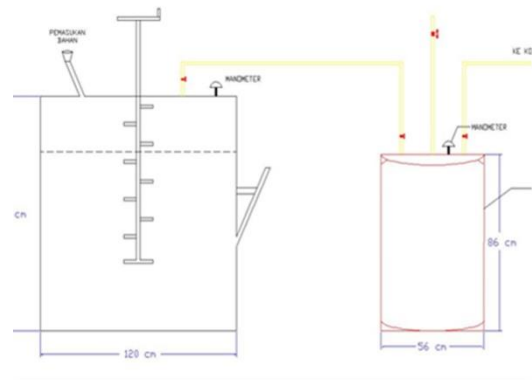
#### **2.1.1 Rancangan Penelitian**

Penelitian ini mencakup tentang perancangan gambar alat penghasil biogas dan pengujian pengolahan sampah skala rumah tangga, menjabarkan tentang perencanaan bahan yang akan digunakan dan

pengujian digester dalam skala kecil dan Lokasi penelitian ini bertempat di Laboratorium Proses Produksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Pasir Pengaraian.



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Rancangan sistem

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Perancangan Pemilihan Komponen Alat Uji Biogas

##### 3.1.1. Pemilihan Digester ( Reaktor ) Biogas

Dalam perancangan ini, Dari segi konstruksi bak reaktor ini menggunakan tipe *Fixed dome* (kubah tetap), dan dari segi Dari segi operasional yang digunakan dirgester ini menggunakan tipe *Continuous Digestion* pemilihan dirgester nya terbuat dari tandon air berbahan plastik dengan volume 1000 liter. Ukuran reaktor nya panjang 120 cm dan lebar 120 cm. Dibagian atas bak reaktor di usahakan diberi penutup sehingga terlindung dari sinar panas matahari yang mana akan mempengaruhi temperatur di dalamnya.



Gambar 3. Tandon air  
(Thorir Subaidi 2012)

Persamaan Lama Waktu Penguraian

HRT (hari) =

$$\frac{\text{Volume Digester (M}^3\text{)}}{\text{Laju penambahan bahan organik perhari (M}^3\text{)/ hari}}$$

Volume dirgester  $M^3 = 1000$  liter, di konversi ke satuan  $M^3 = 1 M^3$

Laju Penambahan Bahan Organik Harian = 20 liter,

di konversi menjadi  $M^3 = 0,02 M^3$

$$\text{HRT} = \frac{1 M^3}{0,02 M^3 / \text{Hari}}$$

HRT = 50 hari

SRT =

$$\frac{\text{Masa padatan organik dalam digester anaerob (kg)}}{\text{Laju pembuangan padatan sisa digester kg/hari}}$$

Masa Padatan Organik dalam Digester Anaerob = 800 liter,

di konversi kesatuan Kg = 640 kg

Laju Pembuangan Padatan Sisa Digester = 20 liter, di konversi menjadi Kg = 16 kg

$$\text{SRT} = \frac{640 \text{ kg}}{16 \text{ kg / hari}}$$

SRT = 40 hari

Untuk bahan organik spesifik seperti diatas, laju penambahan limbah organik (*Specific Loading Rate-SLR*) dapat diketahui sebagai berikut:

SLR (kg ODM) =

$$\frac{\text{Bahan organik yang ditambahkan (kgODM/hari)}}{\text{Volume digester M}^3}$$

Diketahui = Bahan Organik yang

Ditambahkan = 20 kg / hari

Volume Digester = 1000

liter, di konversi menjadi  $M^3 = 1 M^3$

$$\text{SLR} = \frac{20 \text{ kg/hari}}{1 M^3}$$

SLR = 20 kg / hari

### 3.1.2. Unit Penampung Gas

Dalam perancangan ini bahan yang digunakan untuk menampung biogas adalah drum plastik dengan kapasitas 200 liter, dengan ukuran lebar 56 cm dan tinggi 86 cm. Digunakan ban sepeda motor sebagai pembantu tekanan gas, untuk mengeluarkan gas dari dalam drum ke kompor gas.



Gambar 4. Penampung biogas (Gambar penampung gas dari drum plastik, 2015)

dihitung dari persamaan berikut : (Shonhiwa, 2005):

$$Vd = Sd \times Rt \quad (1)$$

$$Sd = 20 \text{ kg}$$

$$Rt = 50 \text{ hari}$$

$$Vd = (20 \text{ kg} \times 50 \text{ hari})$$

$$Vd = 1000 \text{ Liter, di konversi menjadi } M^3 = 1 M^3$$

di mana:

Vd = volume digester dalam meter kubik

Sd = jumlah substrat dalam kilogram

Rt = waktu retensi di hari

Oleh karena itu :

$$Vd = (B + W) Rt \quad (2)$$

$$B = 20 \text{ kg}$$

$$W = 20 \text{ liter}$$

$$Rt = 50 \text{ hari}$$

$$Vd = (20 \text{ kg} + 20 \text{ liter}) \times 50 \text{ hari}$$

$$Vd = 2000, \text{ di konversi menjadi } M^3 = 2 M^3$$

di mana:

B = Biomassa (kg)

W = Water (liter)

Produksi biogas dihitung menggunakan persamaan 3.

$$G = Vs \times Gy \quad (3)$$

$$Vs = 20 \text{ kg}$$

$$Gy = 200 \text{ liter, di konversi menjadi } M^3 = 0,2 M^3$$

$$G = (20 \text{ kg} \times 0,2 M^3)$$

$$G = 4 \text{ Liter, di konversi menjadi } M^3 = 0,004 M^3$$

di mana:

Vs = berat bahan baku yang tersedia per hari dalam kilogram

Gy = Gas hasil dalam meter kubik

G = produksi biogas dalam meter kubik

Tingkat produksi gas dihitung dengan menggunakan persamaan 4.

$$Gp = G / Vd \quad (4)$$

$$G = 200 \text{ liter, di konversi menjadi } M^3 = 0,2 M^3$$

$$Vd = 800 \text{ liter, di konversi menjadi } M^3 = 0,8 M^3$$

$$Gp = \frac{0,2 M^3}{0,8 M^3}$$

$$Gp = 0,25 M^3$$

di mana:

GP tingkat = produksi gas dalam meter kubik per hari

G = produksi biogas dalam meter kubik

Vd = digester volume meter kubik

Mengingat persamaan (3), persamaan (4) dapat ditulis

sebagai:

$$Gp = G / Vd = VSGY \quad (5)$$

$$G = 0,004 M^3$$

$$Vd = 800 \text{ liter, di konversi menjadi } M^3 = 0,8 M^3$$

$$Vs = 20 \text{ kg}$$

$$Gy = 200 \text{ liter, di konversi menjadi } M^3 = 0,2 M^3$$

$$Gp = (0,004 M^3 \times 0,8 M^3) = (20 \text{ kg} \times 0,2 M^3)$$

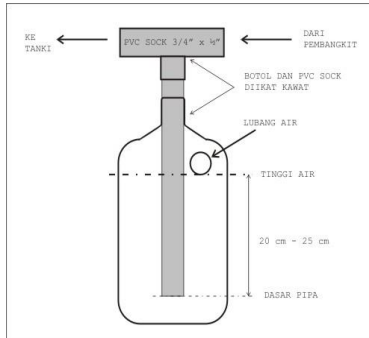
$$Gp = \frac{0,0032 M^3}{4 M^3}$$

$$Gp = 0,0008 M^3$$

### 3.1.3. Unit Sistem Pengaman / Control Gas

Bahan yang digunakan adalah pipa PVC ¾ inchi sebagai pengontrol tekanan gas dalam tabung atau saluran gas. Control gas ini memiliki tinggi 20 – 15 cm.





Gambar 5. Klep pengaman biogas ( klep pengaman biogas, 2015)

### 3.1.4. Unit Sistem Saluran Gas

Bahan yang digunakan adalah selang plastik berukuran 1/2 inchi. dengan panjang pipa 3 meter. Untuk mencegah terjadinya kebocoran gas maka setiap sambungan diikat menggunakan klem.



Gambar 6. Sistem saluran gas (Pipa saluran biogas, 2015)

### 3.1.5. Unit Pengaduk Bahan

Pada tahap pengaduk bahan ini menggunakan vertical mixing, dengan penggerak manual, *Pengaduk secara*

*manual ini memiliki panjang tangkai 0,8 m, tangkai baling 0,5 m. Pengaduk Digester akan sesuai bagi semua tipe Biogas Digester dengan vilume 1000 liter. Terbuat dari logam tahan asam dan korosif, ringan dioperasikan, memiliki baling-baling dari logam kuat serta memiliki kecepatan putaran yang rendah, disesuaikan dengan kebutuhan terjaganya proses fermentasi oleh bakteri metanogen.*



Gambar 7. vertical mixing ([www.intechopen.com](http://www.intechopen.com) (2013))

### 3.1.6. Unit Manometer

Unit ini ter dapat di reaktor biogas dan bak penampung gas untuk mengukur tekanan yang ada dalam reaktor dan bak penampung gas tersebut.

Pada unit ini manometer yang digunakan Manometer raksa tertutup biasanya di pakai untuk mengukur tekanan gas yang besarnya lebih tinggi dari 1 atm.



Gambar 7. Manometer (Manometer biogas, 2015)

### 3.1.7. Unit Kompor

Pada tahap unit ini menggunakan kompor kepla satu yang banyak beredar di pasaran.



Gambar 8. kompor  
(kompor biogas, 2015)

### 3.1.8. Unit Pencacah Atau Penggiling Sampah Organik

Mesin pencacah sampah organik digunakan untuk menghancurkan berbagai jenis sampah organik berukuran besar, dengan hasil cacahan berukuran sekitar  $< 3$  cm.

Sampah organik yang sudah dicacah dapat langsung dimasukkan ke dalam digester untuk lanjutan fermentasi.

#### Kapasitas

50 kg s/d 1200 kg bahan baku / jam

#### Spesifikasi

- Material body : plat besi
- Material rangka : L 50 ( SNI )
- Material pisau : baja karbon
- Jumlah pisau : disesuaikan dengan kapasitas kerja mesin
- Penggerak : diesel

### 5.4.8.3 Keunggulan

- Bentuk yang ringkas dan sederhana.
- Sangat mudah dioperasikan.
- Hasil cacahan maksimum dengan potongan  $< 30$  mm, halus dan cenderung bertepung sehingga mudah dihancurkan dengan proses fermentasi untuk pupuk organik.
- Mampu mencacah daun, ranting, sabut kelapa, dan jerami dari berbagai jenis sampah pertanian yang dapat digunakan untuk pupuk organik.
- Pisau mempunyai ketajaman dan kekerasan tinggi sehingga lebih awet walaupun digunakan mencacah bahan organik agak keras dan berumur teknis panjang.



Gambar 9. Pencacah sampah organik

## 4. Kesimpulan

1. Desain yang di gunakan untuk tahap uji coba biogas adalah galon air sebagai penampung biogas, untuk aliran biogas menggunakan selang minyak sepeda motor, dan penampung

gasnya terbuat dari ban bekas sepeda motor.

2. Sampel yang diambil dengan komposisi :

limbah organik 50 % + air 50 %

kotoran sapi 50 % + air 50 %

campuran limbah organik dan kotoran sapi 50 % + air 50 %

3. Dari hasil pengujian waktu fermentasi yang dilakukan selama 15 hari maka panas api biogas dapat disimpulkan bahwa :

campuran limbah organik dan kotoran sapi, nyala api biogas 15 %

limbah organik, nyala api biogas 10 %

kotoran sapi, nyala api biogas 8 %

4. Hasil pengujian unit pengolahan biogas skala rumah tangga telah dibuat kapasitas reaktor 100 kg dan dapat digunakan untuk mengolah sampah organik di daerah pujasera taman batang luhuh. (water front city / WFC)

**Daftar Pustaka :**

Anonim, 2007. *Biogas Production*, www.habmigern, 2003. Html diakses 19 Mei 2015, 19.33  
Aprianti, Y. 2006. Pencipta Reaktor Biogas. com /aneka/ penemu/ indonesia/ andrias-wiji/index.shtml. Diakses 27 Juli 2015, 23.55

Arinal Hamni, 2008, Rancang Bangun dan Analisa Tekno ekonomi Alat Biogas dari Kotoran Ternak Skala Rumah Tangga, Teknik Mesin, Unila, Lampung.

Bartali, E. (1999). Characteristics and Performances of Construction Materials, In: *CIGR Handbook of Agricultural Engineering: Animal Production and Aquacultural Engineering*, E. Bartali, A. Jongebreur, and D. Moffitt, (eds.), 3-29, ASAE, ISBN 0-929355-98-9, St. Joseph, Michigan, USA

Budiman Richardo Saragih, FT UI, 2010. Diakses 26 juni 2015, jam 15.01

Biogas.<http://www.fnr-server.de/cms35/Biogas.399.0.html>. diakses 25 april 2015

Dinas Tata Ruang dan Cipta Karya., 2009: “*Komposisi Sampah Perkotaan*”. Rokan Hulu, Dinas Tata Ruang dan Cipta Karya.

Dieter Deublein and Angelika Stenhauser, 2008, *Biogas from waste and renewable resources*, gemany

Erawati, T., 2009. *Biogas Sebagai Sumber Energi Alternatif*, <http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2009/12/biogas-sebagai-sumber-energi-alternatif>. Diakses 19 Mei 2015, 19.33

Firdaus, I.U., 2009, “Energi Alternatif Biogas”, <http://www.migas-indonesia.com/index.php> diakses 7 mei 2015

Fitria, B., 2009, “Biogas”, <http://biobakteri.wordpress.com/2009/06/07/8-biogas> diakses 3 mei 2015

(<http://www.fnr-server.de/cms35/Biogas.399.0.html>) . di akses 23 mei 2015, 14.23

<http://biancabian.wordpress.com/2011/01/07/biogas/> diakses pada tanggal diakses, 17 mei 2015, jam 16.00



- <http://biogassederhana.blogspot.com/>  
diakses pada tanggal 17 Mei 2015
- Pambudi . 2008. *Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Diakses 02 Maret 2015
- (<http://www.ilmusipil.com/komposisi-dan-karakteristik-sampah>)  
Diakses, 31 juli 2015, 16.30
- (<http://www.pikiran-rakyat.com> 2006).  
Diakses 19 mei 2015, 11.20
- Jazilatul Munawaroh, 2010, *Perancangan dan pembuatan miniatur penghasil biogas*, Malang
- Khasristya Amaru, 2004. *Rancangan Bangun dan Uji Kinerja Biodigester Menuai Biogas dari Limbah*.  
<http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/2005/0405/07/cakrawala/penelitian03.htm>  
diakses 25 april 2015
- Nurtjahya, Eddy, Dkk. 2003. *Pemanfaatan Limbah Ternak Ruminansia untuk Mengurangi Pecemaran Lingkungan*. Institute Pertanian Bogor: Bogor. Diakses 25 Mei 2015, jam 09.48
- Plastik Polyethilene Skala kecil. Pertanian: UNPAD. Diakses 25 Mei 2015, jam 09.48
- Rahayu, S., Dyah Purwaningsih, dan Pujiyanto. 2009. *Pemanfaatan Kotoran Ternak Sapi sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan Beserta Aspek Sosio Kulturalnya*. Inotek Volume 13 Nomor 2. FISE Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta. <http://journal.uny.ac.id/index.php/inotek/article/viewFile/38/13>. di akses 14 mei 2015, jam 15.45
- Sumber : *Studi Komposisi Dan Karakteristik BPPT*, 1994  
Diakses, 31 juli 2015
- Suyitno, M. Nizam, dan Dharmanto. 2010. *Teknologi Biogas : Pembuatan, Operasional, dan Pemanfaatan*. Graha Ilmu. Yogyakarta. Diakses 14 Mei 2015, 15.45
- Wahyuni, Sri. 2008. *Biogas*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Yunus muchammad. 1991. *Pengelolaan Limbah Peternak*. Universitas Brawijaya: Malang. Diakses 25 Mei 2015, jam 09.48