

## **ANALISIS DESAIN DIGESTER PADA PENGOLAHAN SAMPAH UNTUK BAHAN BAKAR RUMAH TANGGA**

**Parta, Djoko W. Karmiadi**

Program Magister Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasila Jakarta  
Jl. Borobudur No.7 Menteng, Jakarta Pusat (10320)

### **ABSTRAK**

Potensi sampah disekitar kita banyak sekali untuk dimanfaatkan sebagai energi alternatif yaitu sebagai bahan pembuatan bio gas pengganti minyak tanah, sebenarnya cukup besar namun belum banyak dimanfaatkan, bahkan dapat menimbulkan masalah seperti pencemaran dan kesehatan lingkungan, Untuk memanfaatkan sampah menjadi energi alternatif pengganti minyak tanah perlu alat untuk menangkap gas metan yang terkandung dalam sampah.

Alat penangkap gas methan pada sampah sangat membantu pengembangan sistem daur ulang sampah untuk diproduksi menjadi bio gas sebagai pengganti minyak tanah (BBM) yang pada akhir-akhir ini sudah sulit untuk dicari.

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain alat penangkap gas methan pada sampah menjadi biogas yang mudah dirakit, murah dan berkinerja baik yang terbuat dari plastik polyethylene untuk skala kecil. Penelitian ini menghasilkan rancangan alat penangkap gas metan yang berbahan dasar plastik polyethylene dengan spesifikasi sebagai berikut: biodigester dengan volume total 2 m<sup>3</sup> , waktu proses 40 hari, isian bahan 25 kg/hari, luas lahan 2 m<sup>2</sup>, dan memiliki penampung gas dengan dimensi panjang 2m, lebar 1m dan tinggi 1m.

Kata kunci : Desain, energi alternatif, biogas, gas methan

### **ABSTRACT**

*There is so much potential in waste around us that can be used as an alternative energy, such as materials of bio energy for replacing petroleum but the resources have not been maximized yet. This causes the waste to have terrible impacts on environment through pollution. Utilizing waste as an alternative energy needs a tool that can pick up methane contained in waste. The tool for picking up methane can be very beneficial in waste recycling development to be used as bio gas for replacing petroleum, which is hard to find recently. This study intends to design a tool for picking up methane in waste to be changed into biogas which is easy to assemble, inexpensive, and reliable. This tool is made of polyethylene for small scale. This study creates the design of the machine for picking up methane which is made of polyethylene plastic with specification as mentioned: biodigester with total volume of 2 m<sup>3</sup>, 40-day process, consuming 25 kg/day of fuel, 2 m<sup>2</sup> of space, and having a gas container with 2m of length, 1m of width, 1m height.*

*Key word: Design, alternative energy, biogas, methan's gas*

### **I. PENDAHULUAN**

Potensi sampah dan biomassa sudah pasti ada di setiap daerah, karena setiap hari manusia secara natural selalu menghasilkan sampah demi memenuhi kebutuhannya. Namun memang, potensi sampah dan biomassa di setiap daerah berbeda sebanding dengan jumlah penduduknya. Makin banyak jumlah penduduk di setiap daerah, potensi sampah dan biomassa yang dihasilkan makin besar pula.

Maka dari itu kita membutuhkan pengelolaan sampah yang efisien dengan manajemen penempatan dan pengelolaan

sampah dengan baik. Akan tetapi kini metode penempatan sampah kurang efisien dikarenakan banyaknya lahan yang telah digunakan untuk kepentingan-kepetingan lain sehingga kini kita harus beralih dengan metode pengelolaan sampah yang tepat, berguna, dan tidak memakan banyak tempat seperti biogas.

Budaya konsumerisme masyarakat saat ini mempunyai andil besar dalam peningkatan jenis dan kualitas sampah. Di era globalisasi, para pelaku usaha dan pebisnis bersaing sekeras mungkin untuk memasarkan produknya, tidak hanya itu tapi mereka memiliki strategi bisnis dengan mengemas produknya dengan kemasan yang menarik

konsumen. Bervariasinya kemasan produk tersebut menimbulkan peningkatan jenis dan kualitas sampah. Sayangnya desakan menciptakan produk baru beserta kemasannya oleh para pelaku usaha tidak dibarengi dengan memikirkan sistem pengelolaan persampahannya. Kondisi ini seharusnya memacu berbagai pihak untuk turut memikirkan solusi dari pengelolaan sampah, khususnya pemerintah yang mengatur kebijakan dan para produsen sampah. Pengetahuan tentang pengelolaan sampah sebenarnya masih relative minim dan dipahami secara parsial. Padahal permasalahan sampah memiliki dampak dan ruang lingkup yang sangat luas baik lokal, nasional bahkan internasional terhadap

lingkungan dan tata ruang juga aspek sosial ekonomi. Sehingga diperlukan pemikiran, pengelolaan dan pengaturan kebijakan sampah yang terintegrasi. Sampah adalah suatu bahan atau benda padat atau cair yang sudah tidak dipakai lagi oleh manusia, atau benda padat yang sudah tidak digunakan lagi dalam suatu kegiatan manusia dan dibuang. Para ahli kesehatan masyarakat Amerika membuat batasan, sampah (*waste*) adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi, atau sesuatu yang dibuang, yang berasal dari kegiatan manusia, dan tidak terjadi dengan sendirinya. Tetapi, walaupun sampah merupakan hal yang masalah namun apabila di kelola dengan baik akan menjadi nilai ekonomis, seperti sampah non organik dapat di daur ulang atau sampah anorganik dapat di jadikan pupuk dan sebagainya. Bahkan ada juga pemanfaatan sampah diolah menjadi gas, namun gas tersebut hanya dapat di terapkan didaerah pelosok / pedalaman suatu daerah, hal itu karena pertimbangan tempat / lahan.

Sampah merupakan masalah yang harus segera di tanggulangi, karena sampah merupakan tanggung jawab kita bersama. Oleh karena itu kita harus dapat mengolahnya, supaya sampah dapat bermanfaat bagi kita, di antaranya adalah menjadikan sampah menjadi sampah daur ulang, digunakan kembali, dimanfaatkan untuk hiasan sampai kepada pengolahan sampah menjadi biomass (diolah menjadi gas atau pupuk).

Dalam hal ini tentunya tidak semudah kita bayangkan, bagaimana cara megolah sampah menjadi gas. Oleh karenanya pada

proposal tesis ini penulis akan meneliti desain reaktor (digaster) sehingga nantinya dapat di gunakan dengan sempurna.

Permasalahan sebelumnya pada reaktor (biodigester) adalah:

- Desain digester yang fleksibel dan efektif untuk sekala rumahan.
- Faktor keselamatan, yaitu bagaimana tekanan gas dapat di kontrol.
- Bahan material yang mahal, dengan mengetahui tekanan gas yang di dapat tentunya kita dapat mengetahui bahan apa yang dapat kita gunakan dengan harga yang ekonomis dan mampu menahan tekanan gas.

Dengan merumuskan masalah Digester merupakan alat yang digunakan untuk menampung jenis sampah organik yang kemudian bereaksi menghasilkan gas metan. Oleh karena itu, maka desain digester harus memiliki kekuatan material yang sebanding sesuai penggunaan dan mampu bertahan dalam waktu yang lama, dan desain yang peraktis serta ekonomis. Namun belakangan ini digester yang sudah ada tidak fleksibel dan tidak dapat diterapkan pada sektor rumah tangga.

Dengan penelitian ini akan didapatkan rancangan atau desain yang optimal sehingga diperoleh performa biodigaster yang baik.

## II. MANFAAT

Adapun manfaat lain adalah :

- Memberi pegangan yang lebih jelas kepada peneliti dalam melakukan penelitiannya. Dalam rancangan/desain penelitian, antara lain harus dipikirkan tentang: populasi, metode sampling yang dipilih, besar sample, prosedur pengumpulan data, cara – cara analisis data, penggunaan statistik yang tepat, cara mengambil kesimpulan dan sebagainya.
- Lebih akurat didalam memilih bahan material yang akan di gunakan untuk mendesain.
- Memberikan gambaran yang jelas tentang apa yang harus dilakukan dan juga memberikan gambaran tentang kesulitan-kesulitan yang akan dihadapi. Dengan demikian, dapat dipikirkan cara-cara mengatasi kesulitan-kesulitan tersebut terlebih dahulu. Memberikan gambaran yang

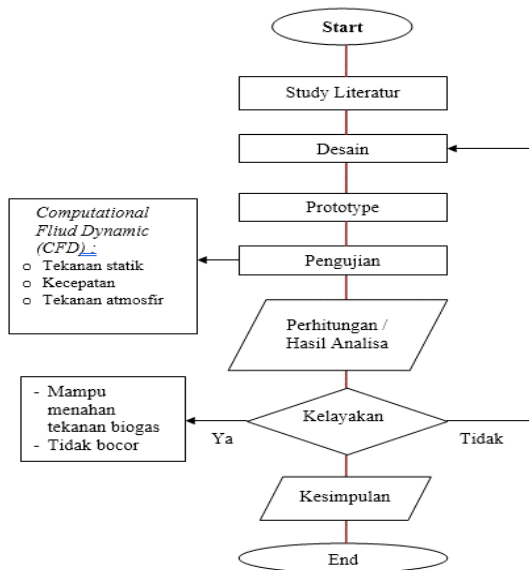
jenis tentang apa yang harus dilakukan dan juga memberikan gambaran tentang kesulitan-kesulitan yang akan dihadapi. Dengan demikian, dapat dipikirkan cara-cara mengatasi kesulitan- kesulitan tersebut terlebih dahulu.

- mengurangi pengeluaran masyarakat untuk membeli bahan bakar.
- mengurangi dampak buruk penggunaan bahan bakar minyak bumi terhadap lingkungan.

Selain itu Parameter penelitian yang dikerjakan adalah:

- Desain digester.
- Pengaruh tekanan terhadap material yang digunakan.
- Simulasi hasil desain pada digester dengan menggunakan software CFD.

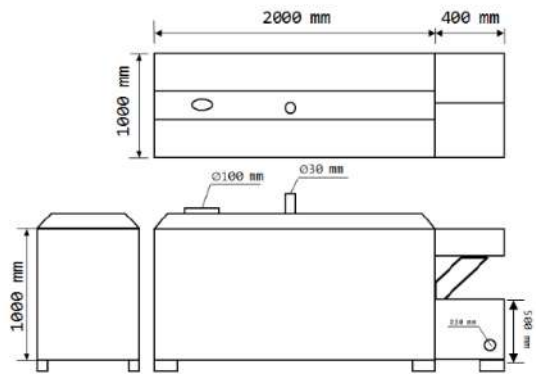
**III. Metode Penelitian**



Gambar 3.1 Skema Metode perancangan

**Desain**

Desain digester menyesuaikan dengan penggunaan, yakni dibuat dengan konsep praktis dan elegan sehingga dapat dipindahkan sesuai dengan tempat yang diinginkan (portable), karena desain digester ini dapat di tempatkan dengan ukuran 2 x 1 m sehingga cocok untuk sekala rumah tangga. Dan tidak merusak pemandangan dan lingkungan.



Gambar 3.2 Kerangka Desain

**Prototype**

Ada 4 langkah yang menjadi karakteristik metode *Prototype*, yaitu :

- Pemilihan fungsi, mengacu pada pemilihan fungsi yang harus ditampilkan *prototyping*.
- Penyusunan system informasi bertujuan untuk memenuhi permintaan akan tersedianya *prototype*.
- Evaluasi, harus dipertimbangkan agar menerima masukan-masukan untuk proses pengembangan selanjutnya dan yakin bahwa *prototype* dapat dievaluasi.
- Penggunaan selanjutnya dan *prototype* , sering kali digunakan sebagai alat untuk belajar dan untuk selanjutnya tidak digunakan lagi, tetapi juga *prototype* ini merupakan bagian dari sistem informasi yang akan digunakan nantinya.



a. Tampak Samping b. Tampak Depan

Gambar 3.3 *Prototype* Desain Digester

**Pengujian**

Pengujian merupakan hal yang penting didalam mendesain dengan tujuannya adalah apakah produk

yang di desain layak di buat atau tidak sesuai dengan kriteria yang di inginkan. Pada pengujian ini penulis menguji alat ( *digester* ) dengan menggunakan *soft ware Computational Fluid Dynamic (CFD)*. *Computational fluid dynamics* atau sekarang yang lebih dikenal sebagai CFD adalah sekumpulan metodologi yang menggunakan komputer untuk melakukan simulasi aliran fluida, perpindahan panas, reaksi kimia, dan fenomena aliran lainnya. *Fluid dynamics* mengartikan bahwa kita membahas dinamika fluida (sifat-sifat aliran fluida dan transfer panas) itu sendiri, sedangkan istilah *computational* mengartikan bahwa bahasan kita tentang dinamika fluida dihitung dan disimulasikan dengan seperangkat metode numerik dengan bantuan komputer. Adapun yang di hitung adalah tekanan statik, kecepatan dan tekanan atmosfer.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penelitian Desain Digester**

Untuk keamanan digester dibuat kosong ¼ bagian, pada bagian atas sehingga volume keseluruhan dari digester adalah :  
Adapun bentuk digester berbentuk balok, maka untuk mengetahui volume adalah  
Dengan panjang 2 m, lebar 1 m dan tinggi 1 m, maka rumus volume adalah :

$$p \times l \times t$$

Di mana : *P* = Panjang digester

*L* = Lebar digester

*T* = Tinggi digester

$$V = 2 \text{ m} \times$$

$$1 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 2 \text{ m}^3$$

Jadi desain digester dengan panjang 2 m, lebar 1m dan tinggi 1 m. Dengan demikian memiliki volume 2 m<sup>3</sup> atau 2000 liter.

**Perhitungan Gaya**

Dimana : *F* = gaya yang bekerja pada penampang alas

*A* = luas penampang

*P* = Tekanan

$$A = 0.785 \times \text{luas alas digester}$$

$$= 4 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2 \text{ m}^2 = 16 \text{ m}^2$$

*P<sub>b</sub>* = tekanan hidrostatik bahan baku

$$P_b =$$

$$\rho \cdot g \cdot h$$

$$= 960 \text{ Kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$= 9417,6 \text{ Kg m/s}^2 / \text{m}^2$$

$$F = P \times A$$

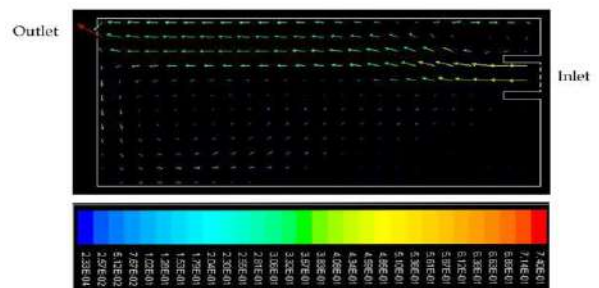
$$= 9.417,6 \text{ N/m}^2 \times 16 \text{ m}^2$$

$$= 150.681,6 \text{ N}$$

Maka tekanan hirostatis yang bekerja adalah 9417,6 Kg m/s<sup>2</sup> /m<sup>2</sup> dan gaya yang bekerja pada penampang alas adalah 150.681,6 N

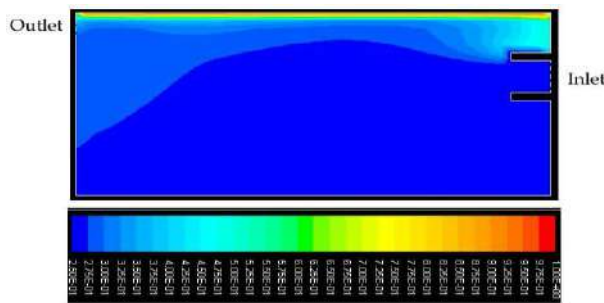
**Analisa Simulasi Dengan Software Computational Fluid Dynamic (CFD)**

Dengan vektor kecepatan ini, arah dan besarnya kecepatan lebih mudah diketahui. Pusaran aliran yang terjadi di dalam digester juga dapat dilihat dengan jelas. Bila dilihat dari kontur fraksi massanya, desain digester dengan *outlet* berada di bagian atas memiliki besar fraksi massa *slurry* 0,34. Fraksi massa ini menunjukkan keteradukan antara *slurry* dengan airnya. Bila dalam keadaan diam, air akan terpisah di bagian bawah. Sedangkan sampah organik akan terapung di atas karena massa jenisnya lebih kecil, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Vektor kecepatan

Adapun Kontur warna biru menandakan komposisi airnya lebih banyak. Semakin besar kontur warna birunya, maka ini menandakan kurang bercampur *slurry*-nya. Kontur warna biru muda merupakan campuran air dengan sampah organik (*slurry*). Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Kontur fraksi massa *slurry*

Bila dilihat dari kontur fraksi massanya pada gambar 4.2, desain digester dengan *outlet* berada di bagian atas memiliki besar fraksi massa *slurry*. Fraksi massa ini menunjukkan keteradukan antara *slurry* dengan airnya. Bila dalam keadaan diam, air akan terpisah di bagian bawah. Sedangkan sampah organik akan terapung di atas karena massa jenisnya lebih kecil. Kontur warna biru menandakan komposisi airnya lebih banyak. Semakin besar kontur warna birunya, maka ini menandakan kurang bercampur *slurry*-nya. Kontur warna biru muda merupakan campuran air dengan sampah organik (*slurry*).

## V. KESIMPULAN

Dari hasil Rancangan alat penangkap gas metan pada sampah untuk biogas dapat disimpulkan, bahwa digester dengan spesifikasi volume 2000 liter dengan berbentuk balok dengan ukuran  $p \times l \times t$  (2m x 1m x 1m), terbuat dari plastik polyethielene dengan ketebalan  $2,420 \times 10^{-1}$  mm, dan biodigester/ reaktor dapat menampung volume bahan basah 2 m<sup>3</sup>, aliran bahan 30 kg/hari, adapun lama proses selama 40 hari. Plastik polyethielene dengan ketebalan  $2,420 \times 10^{-1}$  mm.

Adapun untuk penampung gas dengan volume untuk tangki penampung biogas adalah 0,276 m<sup>3</sup>, dengan jari-jari penampung gas 0.917 m  $D \approx 1,834$  m.

Dan berdasarkan hasil penelitian sementara dapat di simpulkan bahwa sampah yang selama ini kita buang sebenarnya dapat di dimanfaatkan, sehingga menjadi sesuatu yang berharga karena digester merupakan salah satu rangkaian

alat, yang dapat merubah sampah menjadi gas (melalui proses).

Dalam merancang / mendesain digester harus memperhatikan jenis sampah, tekanan gas, kecepatan aliran gas, dan keindahan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Badrussalam, R. (2008). *Membuat Biogas dari Sayuran Bekas*. Jakarta Selatan
2. Judoamidjojo, M., dkk. (1992). *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: CV Rajawali.
3. Mujiarto, Iman. (2005). *Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif*. Semarang: AMNI. .
4. Suyitno, dkk. (2010). *Teknologi Biogas*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
5. Sebayang, D. (1981). *Kekuatan Bahan*. Jakarta: Erlangga.
6. Surdia, Tata. (2005). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
7. Suryoatmono, Bambang. (2000). *Mekanika Bahan*. Jakarta: Erlangga.
8. Wahyuni, Sri. (2013). *Biogas Energi Alternatif Pengganti BBM, Gas, dan Listrik*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
9. Wahyuni, Sri. (2013). *Panduan Praktis Biogas*. Jakarta: Penebar Sadaya.
10. Murjito (2010). *Desain Alat Penangkap Gas Methan Pada Sampah Menjadi Biogas*. *Journal Departemen Pendidikan Teknik Mesin FPTK UPI Vol XIII*: 1-14
11. Ardi Suherman. Dkk (2015). *Perancangan Alat Pengkonversi Sampah Sayuran Menjadi Bahan Bakar Biogas Skala Rumahan*. *Journal Departemen Pendidikan Teknik Mesin FPTK UPI Vol XIII*: 1-14
12. Ana, S. Dkk (2015). *Modikasi Biogester Tipe Vertikal Menggunakan Pengaduk dengan Teknik Pengelasan*. *Journal Pendidikan Fisika Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Jakarta Vol XIII*: 1-14

13. Agus K, 2014. Macam-macam Teknik Pembuatan Bio Gas.<http://www.jevuska.com.html>  
1.