

EFFECT OF SAFETY VALVES AND HOLE DIAMETER STOVE AGAINST BIOGAS FLAME

PENGARUH KATUP PENGAMAN DAN DIAMETER LUBANG KOMPOR TERHADAP NYALA API BIOGAS

Harie Satiyadi Jaya¹⁾, Jhonni Rentas Duling²⁾

^{1), 2)} Study Programme of Mechanical Engineering Education, Department of technology education and vocational, University of Palangka Raya, Kampus Unpar Tunjung Nyaho, Jalan Yos Sudarso, Palangka Raya, Kalimantan Tengah 73112

email: harysatiyadi@gmail.com; r3ntas@gmail.com

ABSTRACT

Problem of rural communities in Indonesia is difficult to obtain kerosene on the market. Team researchers have tried to provide a solution by building a biogas digester type "dome" in the Tuwung village as a model, but this effort has a new problem that the resulting biogas digester quickly run out. From the results of the investigation are diagnosed digester output pipe clogged by water causing increased pressure and temperature so that the process of formation of biogas disturbed and also not optimum biogas stove hole so wasteful. To obtain the solution of this problem, this study aims: 1) Designing and making a safety valve digester; 2) Designing the optimum pit stove; 3) Creating pressure gauge digester. The method used in this research is true experimental research. the results of this study were: 1) A safety valve made from plastic bottles with a capacity of 2 liters, and filled with water to a depth of 6 cm, so it can withstand the pressure of the digester to 100.58 atm.2) Diameter hole obtained optimum stove is 6.5 mm; 3) Pressure gauge manometer water digester is made of transparent plastic hose diameter of 6 mm.

Key words: biogas digester, safety valve, pressure gauge .

ABSTRAK

Masalah masyarakat pedesaan di Indonesia adalah sulit memperoleh minyak tanah di pasaran. Team peneliti sudah mencoba memberi solusi, dengan membangun digester biogas tipe "dome" di Desa Tuwung sebagai percontohan, tetapi usaha ini mendapat masalah baru yaitu biogas yang dihasilkan digester cepat sekali habis. Dari hasil penyelidikan didiagnosis pipa output digester mampet oleh air menyebabkan tekanan dan temperatur meningkat sehingga proses pembentukan biogas terganggu dan juga lubang kompor biogas tidak optimum sehingga boros. Untuk memperoleh solusi masalah ini maka penelitian ini bertujuan: 1) Merancang dan membuat katup pengaman digester; 2) Merancang lubang kompor yang optimum; 3) Membuat pengukur tekanan digester. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Hasil dari penelitian adalah: 1) Katup pengaman dibuat dari botol plastik minuman kapasitas 2 liter, Katup pengaman ini diisi air dengan kedalaman 6 cm, sehingga dapat menahan tekan digester sampai 100,58 atm;2)Diameter lubang kompor yang diperoleh optimum adalah 6,5 mm. 3) Alat pengukur tekanan digester adalah manometer air yang terbuat dari selang plastik transparan berdiameter 6 mm.

Kata-kata kunci: Digester biogas, katup pengaman, pengukur tekanan.

1. PENDAHULUAN

Di desa Tuwung ini, pada tahun 2013, telah dibangun digester biogas berbentuk "dome". Tetapi pada kenyataannya warga belum bisa memanfaatkannya secara optimal, karena biogas yang dihasilkan cepat habis dan nyala api kompor agak kemerahan sehingga diperkirakan tekanan digester biogas terlalu tinggi, kemungkinan menaikkan temperatur di dalam digester yang bisa menyebabkan proses pembentukan biogas terhambat atau bisa juga karena banyak endapan uap air di pipa output digester yang dapat memampatkan pipa dan membuat tekanan dan temperatur digester naik dan

yang lebih ditakutkan lagi, bila tekanan di dalam digester naik sampai di atas daya tahan digester yang dapat merusak digester dan bisa menyebabkan terjadi kebakaran.

Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan penelitian khusus tentang **Pengaruh Katup Pengaman Dan Diameter Lubang Kompor Terhadap Nyala Api Biogas**, dipandang sangat penting dan mendesak karena menyangkut keselamatan manusia dan efektivitas kinerja digester.

2. KAJIAN LITERATUR

Keberhasilan proses pencernaan dalam reaktor sangat ditentukan oleh desain dan pengaturan reaktor itu sendiri serta perlakuan limbah sebagai material umpan, beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian reaktor yaitu:

a. Temperatur

Perkembangbiakan bakteri sangat dipengaruhi oleh temperatur, dekomposisi secara anaerobik biasanya terjadi pada suhu 0°C - 69°C, tetapi pada suhu di bawah 16°C reaksi berjalan sangat lambat, Suhu ideal untuk reaksi adalah 23°C - 35°C. Reaksi yang dijalankan diluar range suhu tersebut biasanya akan banyak mengandung karbondioksida dan kadar methannya justru menurun. Suhu reaksi yang digunakan dan jenis mikroba yang bekerja maka reaktor terbagi menjadi tiga type yaitu:

1. Type Psicofilic, bekerja pada suhu reaksi < 30°C
2. Type Mesophilic, bekerja pada suhu reaksi antara 30°C - 40°C. Type ini tidak membutuhkan alat pemanas tambahan karena sesuai dengan suhu udara normal. Namun untuk negara sub tropis membutuhkan alat pemanas selama musim dingin.

Type Thermopilic, Bekerja pada suhu reaksi yang lebih tinggi ± 54°C. Type ini membutuhkan alat pemanas tambahan dan memerlukan mekanisme pengendalian proses yang kompleks. Reaktor ini biasanya dipakai untuk skala industry agar lebih memungkinkan untuk memaksimalkan produksi biogas.

Bakteri metanogenik tidak aktif pada temperature sangat tinggi atau rendah. Temperatur optimumnya yaitu sekitar 35°C. Jika temperature turun menjadi 10°C, produksi gas akan berhenti. Produksi gas yang memuaskan berada pada daerah mesofilik yaitu antara 25-35°C. Biogas yang dihasilkan pada kondisi di luar temperature tersebut mempunyai kandungan karbondioksida yang lebih tinggi. Pemilihan temperature yang digunakan juga dipengaruhi oleh pertimbangan iklim.

b. PH

Pertumbuhan bakteri penghasil gas metana akan baik bila pH bahannya pada keadaan basa yaitu pH 6,8 sampai 8. Pada awal pencernaan, pH bahan dalam tangki pencerna dapat turun menjadi 6 atau lebih rendah, merupakan akibat dari degradasi bahan organik oleh bakteri aerobik. Kemudian pH mulai naik

disertai perkembangbiakan bakteri pembentukan metana.

c. Pengadukan

Proses Pengadukan akan sangat menguntungkan karena apabila tidak diaduk, solid akan mengendap pada dasar tangki dan akan terbentuk busa pada permukaan yang akan menyulitkan keluarnya gas. Selain itu penyampuran lumpur baru secara merata dengan lumpur lama yang telah memiliki populasi bakteri tinggi adalah sangat mempercepat proses produksi biogas.

Dengan konstruksi yang sistematis perlu kiranya dihadirkan alat pengaduk campuran yang berfungsi untuk mengurangi endapan atau apungan yang berbentuk semi padat dan juga berfungsi untuk membagi rata kerja bakteri di dalam mengolah campuran kotoran yang baru. Sehingga kandungan nutrisi campuran lebih cepat habis yang berarti pula bahwa proses produksi biogas dengan laju lebih cepat.

d. Hydraulic Retention Time (HRT)

Faktor waktu retensi sangat dipengaruhi oleh temperature, pengenceran, laju pemasukan bahan dan lain sebagainya. Pada temperature yang tinggi laju fermentasi berlangsung dengan cepat, dan menurunkan waktu proses yang diperlukan. Pada kondisi normal, fermentasi kotoran berlangsung antara dua sampai empat minggu.

e. Nutrisi

Bakteri anaerobic membutuhkan nutrisi sebagai sumber energi. Apabila terjadi kekurangan nutrisi akan menjadi penghambat bagi pertumbuhan bakteri. Namun kotoran sapi memberikan jumlah nutrisi yang mencukupi. Pola makan sapi yang memakan ampas tahu, katul, daun-daun yang banyak mengandung protein seperti pete cina, daun kacang tanah, daun kacang hijau dan kedelai yang lebih banyak menghasilkan biogas, jika dibandingkan pola makan sapi yang memakan jerami padi.

f. Model Sistem

Dalam penelitian digunakan reaktor biogas type horisontal untuk memproduksi biogas dari kotoran sapi dengan proses anaerobic digestion dengan sistim pengisian batch experiment.

1. Parameter Desain Reaktor Biogas

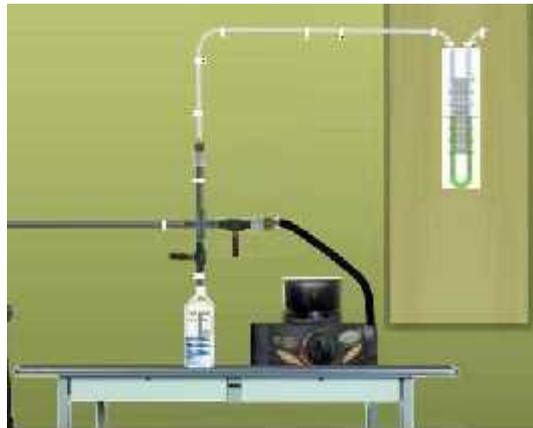
Petani sapi skala kecil di Kalimantan tengah rata-rata memiliki 2-5 ekor yang tersebar di seluruh pelosok. Secara ekonomis, jumlah pemilik sapi baru menguntungkan peternak bila mencapai 10-20 ekor. Selain hal tersebut, sentralisasi kandang juga bisa diterapkan untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan. Dengan pertimbangan-pertimbangan tersebut, maka kapasitas reaktor yang dikembangkan adalah mampu menampung kotoran sapi 10-20 ekor dan dapat menghasilkan biogas untuk memenuhi kebutuhan energi 5 keluarga (memasak dan penerangan).

2. Kapasitas Reaktor Biogas

Ukuran reaktor dirancang dengan cara memaksimalkan produksi gas per unit volume reaktor. Hal ini berkaitan dengan pencernaan secara anaerob yang bergantung pada aktivitas biologis dari bakteri methanogen yang berkembang lambat, maka ukuran reaktor harus memenuhi kinerja yang diharapkan dan cukup besar ukurannya untuk menghindari terucunya bakteri tersebut keluar dari reaktor.

3. Pengukur Tekanan Digester Biogas

Tekan digester biogas, diukur menggunakan manometer air yang di buat dari selang yang diisi air yang terhubung dengan pipa cabang empat di output digester biogas seperti terlihat pada gambar berikut :



Gambar 2.3. Katup Pengaman dan Manometer

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

Dimana :

P = Tekanan (N/m²)

ρ = Density Air =1000 Kg/m³

g = Percepatan Gravitasi = 9,81 m/det²

h = Perbedaan ketinggian permukaan air pada manometer (m).

4. Katup Pengaman.

Katup pengaman berfungsi untuk :

- Menjaga tekanan di dalam digester agar tidak melebihi daya tahan digester dan menjaga agar tekanan di dalam digester tidak menaikkan temperatur di dalam digester melebihi temperatur 35⁰C yang dapat menghambat pembentukan biogas.

- Menjadi saluran endapan uap air yang terdapat di dalam saluran output biogas, sehingga saluran output tidak mampet dan mengurangi kandungan uap air di dalam biogas sehingga nyala api biogas tidak kemerahan yang dapat mengakibatkan temperatur nyala api biogas menurun.

Design katup pengaman digester sebagai berikut :



Gambar 2.4. Design Katup Pengaman Digester

Dalam pipa terendam dalam botol katup pengaman 6 cm.

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P = 1000 \text{ Kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,06\text{m} = 588,6 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ mm H}_2\text{O} = 9,81 \text{ Pascal}$$

Jadi ketinggian air 6 cm dapat menahan $\Delta P = 588,6 / 9,81 = 60 \text{ mmH}_2\text{O}$ tekanan digester atau tekanan digester (P) = 10392,3 mmH₂O = 100,58 atm.

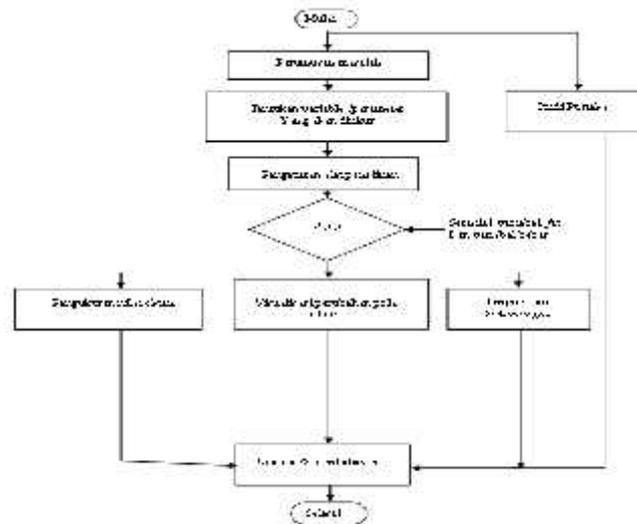
3. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan adalah metode penelitian eksperimental (*true experimental*

research) yaitu jenis penelitian ini dapat dipakai untuk menguji efek dari suatu perlakuan atau desain baru dengan membandingkan satu atau lebih terhadap kelompok lain tanpa perlakuan.

B. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

C. Tempat Penelitian

Pembuatan alat dan pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Pendidikan Teknik Mesin Universitas Palangka Raya dengan pertimbangan untuk menghemat biaya dan waktu karena Desa Tuwung letaknya lumayan jauh dari Palangka Raya, selain itu ukuran digester di Desa Tuwung lumayan besar, sehingga tentunya akan memerlukan bahan yang lebih banyak dan waktu persiapan lebih panjang. Untuk menjawab fenomena yang terjadi di Desa Tuwung, maka akan di buat digester baru di Laboratorium Pendidikan Teknik Mesin Universitas Palangka Raya dengan kapasitas seperlima kapasitas yang ada di Desa Tuwung. Tentunya bahan baku yang digunakan untuk membuat biogas harus sama, untuk itu bahan baku di ambil dari Desa Tuwung.

D. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

- Katup Pengaman : Tanpa katup dan Dengan katup
- Variasi bukaan kran output digester: Full; $\frac{3}{4}$; $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{4}$;
- Variasi lubang gas Kompor : 4,5mm ; 5,5mm dan 6,5mm.
- Hari pengujian adalah hari ke 25
- Perbandingan campuran 1: 3

2. Variabel Terikat

- Tekanan digester.
- Tinggi nyala api.
- Warna api.

E. Bahan Dan Alat Penelitian

a. Bahan

Bahan pembuat biogas adalah kotoran babi dengan perbandingan campuran dengan air, 1:3.

b. Alat

- Digester dari drum plastik bekas kapasitas 200 l.
- Selang dan air radiator warna hijau untuk manometer
- Penggaris 60cm 2 buah untuk manometer air
- Katup Pengaman
- Pipa diameter 12 mm mampet dengan lubang 4,5mm, 5,5mm dan 6,5mm untuk Kompor biogas

F. Langkah Penelitian

1. Variasi Tanpa Katup Pengaman.

- Pengamatan dilakukan pada hari ke 25, bulan ke 2 penelitian
- Untuk tiap variasi diameter lubang kompor, diukur tekanan digester, tinggi api dan di photo nyala api kompor.

2. Variasi Dengan Katup Pengaman.

- Campuran diganti baru, pengamatan dilakukan pada hari ke 25 bulan ketiga penelitian.

- Sama untuk tiap variasi diameter lubang kompor, diukur tekanan digester, tinggi api dan di

photo nyala api kompor.

G. Setup Penelitian



Gambar 4.1. Setup eksperimen

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Pada bulan pertama, dilakukan pembuatan alat eksperimen, kemudian tepat pada awal bulan kedua penelitian digester biogas diisi dengan kotoran babi dengan komposisi campuran 1:3 dan dimasukkan ke dalam digester dari drum plastik

sebanyak ¾ volume drum, kemudian di biarkan selama 25 hari dengan posisi katup pengaman tertutup.

1. Pengamatan Tanpa Katup Pengaman

Pada hari ke 25, diperoleh hasil pengamat tanpa menggunakan katup pengaman adalah sebagai berikut:

Dia. Lubang	Variasi				Warna Api
	¼ Bukaan	½ Bukaan	¾ Bukaan	Full	
	10340.3 mm H ₂ O	10345.3 H ₂ O	10395.3 mm H ₂ O	10415.3 mm H ₂ O	
4,5 mm	5	14	24	23	Merah
5,5 mm	5	19	26	26	Merah
6,5 mm	5	16	20	24	Merah

Tabel 5.1 Tinggi api tanpa katup pengaman

2. Pengamatan Dengan Katup Pengaman

Pada hari ke 25, diperoleh hasil pengamat tanpa menggunakan katup pengaman adalah sebagai berikut:

Dia. Lubang	Variasi				Warna Api
	$\frac{1}{4}$ Dukaan	$\frac{1}{2}$ Dukaan	$\frac{3}{4}$ Dukaan	Tull	
	10346.3 mm H ₂ O	10347.3 mm H ₂ O	10353.3 mm H ₂ O	10380.3 mm H ₂ O	
4,5 mm	4	15	21	22	Biru
5,5 mm	9	19	21	24	Biru
6,5 mm	10	20	22	25	Biru

Tabel 5.2. Tinggi api dengan menggunakan katup pengaman

B. Pembahasan

Dari Perbedaan tekanan pada tabel 5.1 dan dan tabel 5.2. serta warna api dapat diketahui bahwa digester tanpa katup pengaman akan menyebabkan air mengendap di saluran output digester sehingga saluran output jadi agak mampet dan mengakibatkan tekanan

Diameter lubang kompor biogas yang efektif dari tabel 5.2. terlihat diameter 6,5 mm mempunyai tinggi api yang paling baik dari dua pilihan yang lain.

Terjadi penurunan tekanan setelah menggunakan katup pengaman pada pengamatan yang kedua, berarti katup pengaman yang dibuat dapat berfungsi dengan baik.

Untuk pengujian kadar oktan biogas seperti yang terlihat di flowchart penelitian, peneliti mohon maaf karena tidak bisa melaksanakan karena keterbatasan alat di Palangka Raya.

5. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Dari hasil eksperimen dan paparan di bab sebelumnya dapat disimpulkan.

1. Design katup pengaman yang diperoleh terbuat dari botol plastik minuman kapasitas 2 liter dengan kedalaman pipa masuk terendam dalam botol 6 cm dapat menahan tekanan sampai $\Delta P = 60$ mmH₂O atau tekanan digester (P) = 10392.3 mmH₂O = 100,58 atm.
2. Dari Tabel 5.2 dapat dilihat diameter lubang kompor 6,5 mm optimum untuk design kompor biogas.
3. Untuk alat ukur tekanan, design dapat dilihat design pada gambar 2.3, manometer air di buat dari selang transparan diameter 6 mm, yang di atur seperti pipa U menggunakan klem dan diisi air, pada garis rata penghubung dua permukaan air ditaruh titik nol penggaris 60 cm satu ke atas dan

dan temperatur di dalam digester meningkat dan mengganggu proses pembentukan biogas, ini kemungkinan yang menyebabkan digester di desa Tuwung hasil produksi biogasnya sangat kurang dan nyala apinya tidak biru karena mengandung uap air.

satu ke bawah, salah satu ujung pipa dihubungkan ke pipa cabang empat output digester, ujung pipa yang satu lagi di biarkan terbuka.

B. Saran.

Berdasarkan penelitian ini, maka digester biogas di Desa Tuwung dapat diperbaiki dengan menambah Katup Pengaman tekanan dan manometer air.

6. REFERENSI

Namasivayam AM, Korakianitis T, Crookes RJ, Bob-Manuel KDH, Olsen J. "Biodiesel, emulsified biodiesel and dimethyl ether as pilot fuels for natural gas fuelled engines". Appl Energy 2010;87:769–78.

Demirbas A. "Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections". Energy Convers Manage 2008;49:2106–16.

Demirbas A. "Biodiesel: a realistic fuel alternative for diesel engine". London: Springer Publishing Co; 2008.

Demirbas MF, Balat M. Recent advances on the production and utilization trends of bio-fuels: a global perspective. Energy Convers Manage 2006;47:2371–81.

Marchetti JM, Miguel VU, Errazu AF. *Possible methods for biodiesel production*. *Renew Sustain Energy Rev* 2007;11:1300–11.

Balat M, Balat H. *A critical review of biodiesel as a vehicular fuel*. *Energy Convers Manage* 2008;49:2727–41.