



KAJI EKSPERIMEN MESIN DIGESTER BIOGAS SKALA RUMAH TANGGA DI DESA BUKUR BERBASIS TEKANAN

**Imam Nashoihul Ibad(Mahasiswa)¹,Aldohan Syahvironi Rozaq(Mahasiswa)², Ir.
Gatut Priyo Utomo M.Sc (Dosen Pembimbing)**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: mohmesin@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Masyarakat di desa bukur masih banyak yang menggunakan kompor minyak dan kompor lpg untuk keperluan sehari hari terutama memasak dan ada juga sebagian yang memiliki alat pembuatan biogas dari kotoran sapi namun memiliki kapasitas yang kecil karena untuk ruang penampungan pada biogas tersebut hanya menggunakan ban dalam mobil, namun lambat laun penggunaan kompor gas sudah jarang di temui karena bahan yang digunakan susah di dapatkan.

Oleh karena dikembangkan lagi sistem biogas tersebut dari penampungan ban dalam mobil menjadi biogas berbasis tekanan menggunakan sistem peer tekan agar debit laju biogas dapat semakin cepat ketika digunakan untuk keperluan memasak .

Metode yang digunakan diantaranya perancangan , pengambilan data dan analisa.Tahap perancanganya untuk desain maupun alat yang sudah jadi untuk dilakukan pengujian ketahap selanjutnya yaitu pembuatan.Selanjutnya adalah proses pengambilan data dengan pengujian beberapa variasi dan variabel yang digunakan untuk mendapatkan data untuk perhitungan yang tepat penelitian waktu didih air 500cc , 1000cc , 2000cc. Dan tekanan valve $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$.

Hasil pengujian dapat di simpulkan bahwa tekanan air dengan variasi tekanan $\frac{3}{4}$ dan volume air 500 cc dapat membuat air tersebut mendidih air paling cepat dengan waktu 4 menit 40 detik , variasi tekanan $\frac{1}{4}$ dengan volume air 2000cc menghasilkan waktu didih paling lama yaitu 31 menit 21 detik . pada tekanan $\frac{1}{4}$ gas yang keluar sedikit sehingga mempengaruhi nyala api untuk mendidihkan air dan pada tekanan $\frac{3}{4}$ nyala api bagus karena tekanan besar . semakin tinggi tekanan maka nyala api yang di hasilkan akan besar juga .

Kata kunci : Pengujian , Biogas , Tekanan , LPG , Kotoran sapi

ABSTRACT

Many people in Bukur village still use oil stoves and LPG stoves for daily needs, especially cooking, and there are also some who have equipment for making biogas from cow dung but have a small capacity because the biogas storage space only uses car tires, however Gradually the use of gas stoves has become rare because the materials used are difficult to obtain.

Therefore, the biogas system was developed again from a tire reservoir in a car to pressure-based biogas using a peer press system so that the biogas discharge rate can be faster when used for cooking purposes.

The methods used include design, data collection and analysis. The design stage is for finished designs and tools to be tested to the next stage, namely manufacturing. Next is the data collection process by testing several variations and variables used to obtain data for precise calculations of time research. boiling water 500cc, 1000cc, 2000cc. And valve pressure $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$.

The test results can be concluded that water pressure with a pressure variation of $\frac{3}{4}$ and a water volume of 500 cc can make the water boil the fastest water with a time of 4 minutes 40 seconds, a pressure variation of $\frac{1}{4}$ with a water volume of 2000cc produces the longest boiling time of 31 minutes 21 seconds. at a pressure of $\frac{1}{4}$ the gas that comes out a little so that it affects the flame to boil water and at a pressure of $\frac{3}{4}$ the flame is good because of the large pressure. The higher the pressure, the flame produced will be large too

Keywords: *Testing, Biogas, Pressure, LPG, Cow dung*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan yang pesat membawa banyak perubahan yang lumayan besar terhadap kehidupan manusia untuk mempelajari dan mencoba mengembangkannya , dalam penggunaan dan pemanfaatannya ilmu pengetahuan diharapkan dapat membantu mencapai hasil yang maksimal dalam kualitas maupun kuantitasnya .

Masyarakat di desa bukur masih banyak yang menggunakan kompor gas dan kompor lpg untuk keperluan sehari hari terutama memasak dan ada juga sebagian yang memiliki alat pembuatan biogas dari kotoran sapi namun memiliki kapasitas yang kecil karena untuk ruang penampungan pada biogas tersebut hanya menggunakan ban dalam mobil dan tekanan yang dihasilkan kurang maksimal .

Karena adanya kekurangan dalam penggunaannya maka di dapatkan sebuah gagasan yang dibuat mengembangkan biogas tersebut dari penampungan ban dalam menjadi biogas yang mempunyai sistem yaitu menambah laju debit gas yang keluar

sehingga gas yang keluar agar lebih stabil sehingga nyala api yang dihasilkan akan bagus dan membuat waktu memasak lebih cepat.

Sistem biogas yang digunakan adalah menggunakan per tekan atau spring . Per tekan atau spring berfungsi sebagai penekan tabung penyimpanan gas , jika tabung penyimpanan gas itu naik maka spring akan menekan otomatis tabung tersebut sehingga debit laju gas yang keluar akan semakin besar.

Dengan adanya sistem biogas bertekanan ini maka diharapkan debit laju gas yang dihasilkan akan lebih besar dan stabil sehingga nyala api yang di hasilkan akan bagus sehingga waktu memasak pun lebih cepat .

RUMUSAN MASALAH

Adapun rumusan masalah yang akan kami coba selesaikan dalam penelitian ini:

1. Bagaimana cara membuat biogas dari limbah sapi dengan sederhana?
2. Bagaimana pengaruh laju biogas jika diberikan tekanan?

BATASAN MASALAH

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang optimal dan terarah serta demi tercapainya tujuan penelitian, maka penelitian dibatasi oleh hal hal berikut:

1. Bahan EM4, ragi, molase yang digunakan sebagai starter
2. Perakitan digester yang untuk tempat proses fermentasi.
3. Waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air 500cc, 1000cc, 2000cc

TUJUAN DAN MANFAAT

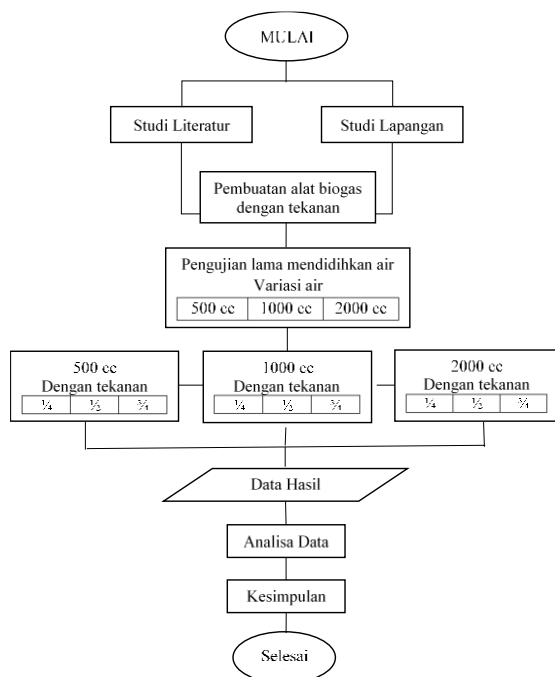
1. Tujuan

Kaji eksperimen mesin digester biogas skala rumah tangga didesa Bukur berbasis tekanan

2. Manfaat

Untuk mengurangi limbah kotoran sapi yang ada di kandang, untuk menghasilkan energi biogas, mengelola limbah untuk dijadikan sesuatu yang lebih bermanfaat.

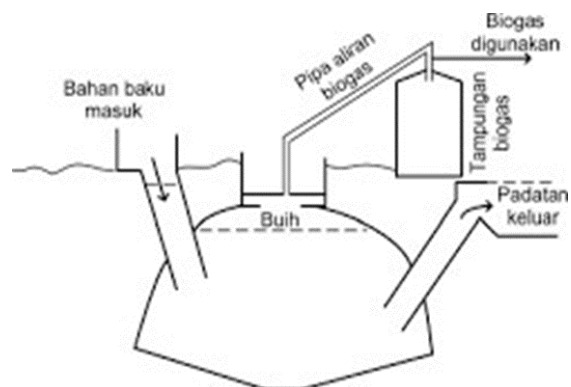
ALUR PEMBUATAN DAN PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

DASAR TEORI

Biogas didefinisikan sebagai gas yang didapatkan dari hasil pembusukan bahan organik secara anaerobic atau terisolasi dari udara bebas,, terutama dalam bentuk gas metana yang mempunyai suatu sifat yaitu mudah terbakar dan karbon dioksida./ CO₂. Proses penguraian dengan cara pembusukan memerlukan bantuan banyak mikroorganisme, terutama bakteri metana. Sahidu (1983) menyatakan bahwa biogas merupakan gabungan gas yang didapatkan dari pembusukan bahan organik oleh bakteri tanpa adanya O₂ (proses anaerobik). Definisi lain menyebutkan bahwa biogas merupakan campuran berbagai gas dan tergolong bahan bakar yang dihasilkan dari fermentasi bahan organik dalam kondisi anaerobik, gas utamanya adalah methana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂).



Gambar 2. Penyusunan Biogas

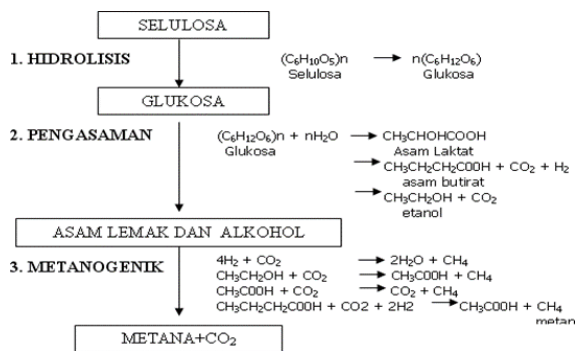
Bahan Pembuatan biogas yaitu :

1. Feses / kotoran sapi
2. Ragi
3. Molase
4. EM4

PROSES PEMBUATAN BIOGAS

Dalam proses pembuatan biogas terdapat proses dekomposisi anaerobik dan di bantu oleh sejumlah microorganisme terutama bakteri yang menghasilkan gas methane. Proses pembuatan biogas meliputi

serangkaian proses hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan methanogenesis.



Gambar 3 Tahap proses pembuatan Biogas

GAS METHANE

Metana adalah gas hidrokarbon sederhana dengan senyawa CH₄. Gas metana yang murni baunya tidak menyengat, dan kalau digunakan secara umum sering kali dicampur aroma belerang untuk mengetahui jika terjadi kebocoran. Seperti gas alam, metana adalah sumber bahan bakar utama. Gas metana tidak terdapat racun akan tetapi cukup mudah terbakar dan dapat menyebabkan ledakan bila tercampur dengan udara betekanan. Diketahui molekulnya adalah 16,04 g/mol.

PEGAS

Gaya pegas disebabkan oleh sifat elastis/elastis pegas. Sifat elastis suatu benda dilepaskan dengan adanya perubahan bentuk, dan karena sifat elastis gaya pegas maka benda kembali ke keadaan semula, adapun rumus konstanta pegas tekan:

$$K = \frac{Gd^4}{8nD^3}$$

Gaya elastisi pegas

$$F = \Delta x \cdot k$$

Energi potensial

$$EP = 1/2 \cdot k(\Delta x)^2$$

Konstanta pegas umum

$$\Delta x = F/k$$

Lilitan pegas

$$\delta = \frac{8nD^3w}{d^4G}$$

TEKANAN

Satuan fisika untuk menentukan gaya (F) per satuan luas (A) Satuan internasional dari tekanan adalah Newton persatuan luas (N/m²) sedangkan simbolnya (P) atau (p). Suatu ukuran pada tekanan adalah Pascal (Pa), maka disebutkan 1 N/m² = 1Pa.

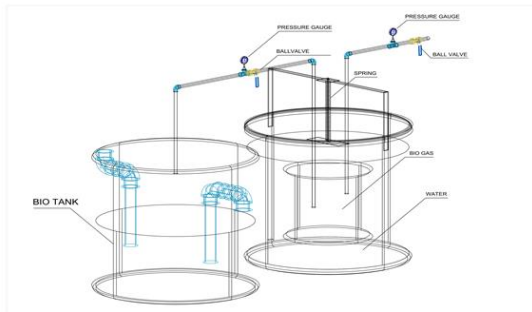
$$P = \frac{F}{A}$$

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI BIOGAS

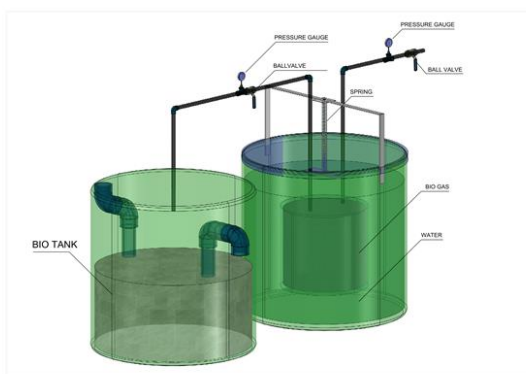
Faktor yang dapat berpengaruh pada produksi gas metana. laju pengenceran, jenis bakteri, tingkat keasaman (PH), suhu zat penghambat pertumbuhan bakteri antara karbon (C) dan nitrogen (N), lama fermentasi, dan starter digunakan untuk mempercepat penguraian.

Kondisi optimum harus di kontrol secara cermat agar proses pencernaan anaerobik dapat berjalan secara optimal. Dengan menjaga (pH) pada tentan 7 – 7,2, dan akan mempengaruhi perubahan substat menjadi biogas terhambat dan mengakibatkan penurunan kualitas biogas

GAMBAR DESAIN DAN ALAT



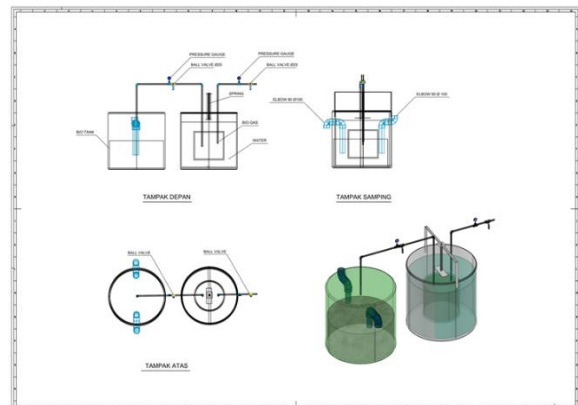
Gambar 4. 3D Sketsa monocrom



Gambar 5. Perencanaan dengan 3D

Terdapat 1 drum plastik dengan kapasitas 120 Lt yang berfungsi sebagai tempat produksi biogas methane dan 1 drum dengan kapasitas 120 Lt lagi berfungsi sebagai penahan tekanan tabung penyimpanan yang berisikan air supaya tidak jatuh kebawah. Drum plastik 30 Lt sebagai tempat penyimpanan hasil dari fermentasi digester yang berisi gas methane dan karbondioksida. Terdapat pipa $\frac{3}{4}$ sebagai saluran biogas, dan pipa $2\frac{1}{2}$ sebagai keluar masuk nya kotoran sapi pada reaktor. Manometer berfungsi untuk pengukur tekanan udara pada ruang tertutup, kran gas

bertujuan untuk mengatur debit keluaranya gas yang telah dihasilkan.



Gambar 6. Proyeksi biogas

MEKANISME KERJA ALAT

1. masukan bahan untuk produksi gas seperti kotoran sapi 40%, air 20%, molase, EM4, ragi campuran hingga merata
2. buka stop kran supaya gas yang dihasilkan tidak mengumpul di digester saja dan akan mengisi tabung penyimpanan dan tutup stop kran keluar yang ada didalam tabung penyimpanan. setelah 25 hari gas akan terbentuk dengan sempurna.
3. gas yang telah diproduksi di digester telah penuh makan gas tersebut akan mengalir ke ruang yang kosong yaitu kedalam tabung penyimpanan.
4. setelah tabung penyimpanan terisi maka tabung tersebut akan naik hingga menekan pegas keatas.
5. karena pegas mempunyai ketahanan maksimum maka pegas tersebut akan menekan kembali tabung penyimpanan sehingga menghasilkan gaya dorong yang menyebabkan air yang ada di bawahnya akan naik. sehingga gas yang ada didalam tabung penyimpanan akan memiliki tekanan yang lebih besar sehingga gas yang keluar akan lebih besar.
7. buka stop kran keluar pada tabung penyimpanan supaya gas tersebut bisa

mengalir ke kompor dan siap untuk di gunakan.

DATA HASIL PENGUJIAN

Bagian terpenting dalam pengujian adalah pengambilan data data dari pengujian alat tersebut. Karna pengambilan data akan didapatkan hasil pengujian unjuk alat tersebut. Berikut tabel dalam pengmbilan data pengujian berdasarkan variasi :

Air	Nyala Api	Waktu yang dibutuhkan
500cc	Kecil	15 menit 49 detik
500cc	Sedang	9 menit 35 detik
500cc	Besar	4 menit 40 detik

Air	Nyala Api	Waktu yang dibutuhkan
1000cc	Kecil	20 menit 15 detik
1000cc	Sedang	12 menit 49 detik
1000cc	Besar	6 menit 32 detik

Air	Nyala Api	Waktu yang dibutuhkan
2000cc	Kecil	31 menit 21 detik
2000cc	Sedang	21 menit 39 detik
2000cc	Besar	16 menit 29 detik

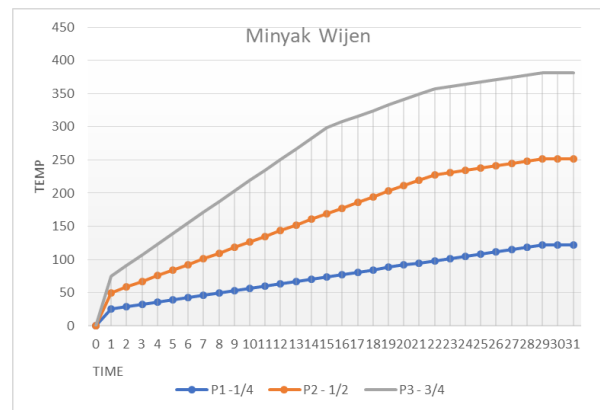
Tabel 1. Pengambilan data pengujian berdasarkan variasi

Pengujian dengan metode sample random sebagai berikut :

No	Sample	Tekanan gas	Waktu
1	Minyak Wijen	1/4	28 mn5 41 dtk
2		1/2	21 mnt 32 dtk
3		3/4	18 mnt 39 dtk

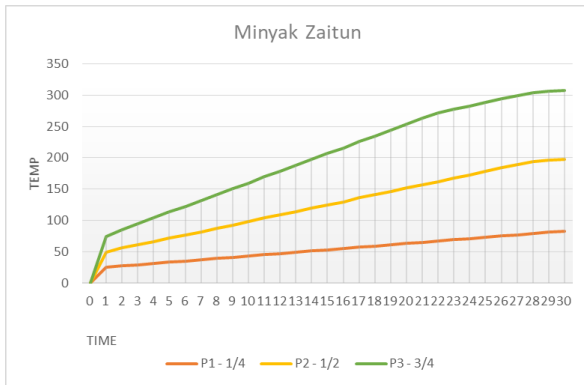
4	Minyak Zaitun	1/4	31 mnt 49 dtk
5		1/2	28 mnt 35 dtk
6		3/4	21 mnt 40 dtk
7	Minyak Jagung	1/4	29 mnt 51 dtk
8		1/2	27 mnt 42 dtk
9		3/4	21 mnt 58 dtk
10	Mentega	1/4	3 mnt 10 dtk
11		1/2	1 mnt 28 dtk
12		3/4	47 dtk

Tabel 2. Tekanan dan fluida terhadap waktu



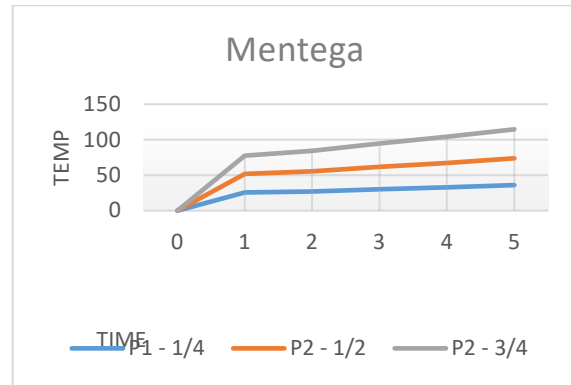
Gambar 7. Pengaruh waktu dan tekanan terhadap titik didih minyak wijen

Dapat disimpulkan bahwa pada tekanan valve 1/4 untuk mencapai titik didih membutuhkan waktu 28 menit 41 detik , pada tekanan valve 1/2 membutuhkan waktu 21 menit 32 detik , pada tekanan 3/4 membutuhkan waktu 18 mnt 39 detik.



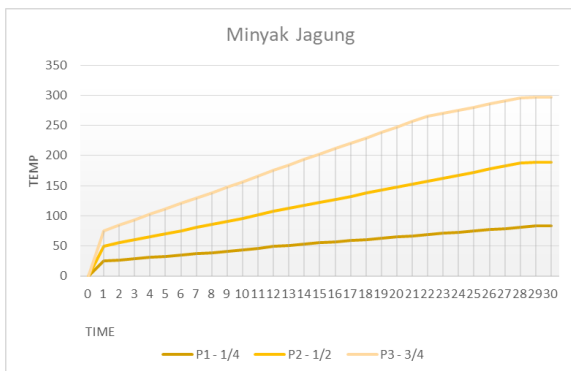
Gambar 8. Pengaruh waktu dan tekanan titik didih minyak zaitun

Dapat disimpulkan bahwa pada tekanan valve $\frac{1}{4}$ untuk mencapai titik didih membutuhkan waktu 31 menit 49 detik , pada tekanan valve $\frac{1}{2}$ membutuhkan waktu 28 menit 35 detik, pada tekanan $\frac{3}{4}$ membutuhkan waktu 21 mnit 40 detik.



Gambar 10. Pengaruh waktu dan tekanan terhadap titik didih mentega

Dapat disimpulkan bahwa pada tekanan valve $\frac{1}{4}$ untuk mencapai titik didih membutuhkan waktu 3 menit 10 detik , pada tekanan valve $\frac{1}{2}$ membutuhkan waktu 1 menit 28 detik , pada tekanan $\frac{3}{4}$ membutuhkan waktu 47 detik.



Gambar 9. Pengaruh waktu tekanan terhadap titik didih minyak jagung

Dapat disimpulkan bahwa pada tekanan valve $\frac{1}{4}$ untuk mencapai titik didih membutuhkan waktu 29 menit 51 detik , pada tekanan valve $\frac{1}{2}$ membutuhkan waktu 21 menit 42 detik , pada tekanan $\frac{3}{4}$ membutuhkan waktu 21 menit 58 detik

DATA PENGUJIAN HASIL PRODUKSI BIOGAS

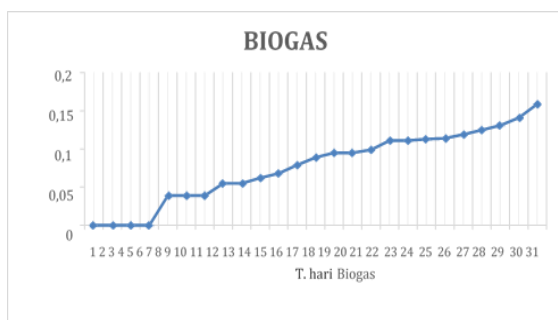
Dari data produksi hasil biogas dihasilkan tekanan gas methane saat fermentasi. Untuk melihat hasil tekanan dari produksi biogas digunakan alat pengukur berupa manometer, berdasarkan hasil data diketahui laju kecepatan debit gas dari hasil fermentasi bogas dalam 25 hari.

Hari	Pengujian starter
1	0 m ³
2	0 m ³
3	0 m ³
4	0 m ³
5	0,039 m ³
6	0,039 m ³
7	0,039 m ³
8	0,055 m ³
9	0,055 m ³
10	0,062 m ³
11	0,068 m ³
12	0,079 m ³
13	0,089 m ³
14	0,095 m ³
15	0,095 m ³
16	0,099 m ³

17	0,111 m ³
18	0,111 m ³
19	0,113 m ³
20	0,114 m ³
21	0,119 m ³
22	0,125 m ³
23	0,131 m ³
24	0,141 m ³
25	0,159 m ³

Tabel 3. Hasil biogas selama fermentasi 25 hari

Terdapat grafik laju hasil biogas selama fermentasi 25 hari



Gambar 11. Grafik laju hasil biogas

Pada perhitungan debit gas yang dihasilkan diketahui jari jari digester (r) 24cm² dan tinggi (t) 85cm.

PERHITUNGAN GAS IDEAL

Persamaan gas ideal memberikan perkiraan yang baik tentang sifat-sifat gas tertentu. diketahui molekul methane adalah 16.04 g/mol.

$$PV = nRt$$

GAYA ELASTIS PEGAS

Suatu benda yang mempertahankan posisinya untuk kembali seperti semula.

$$F = k \cdot \Delta x$$

KONSTANTA PEGAS

Besaran gaya yang dibutuhkan / yang diberikan sehingga terjadi perubahan panjang sebesar satuan panjang.

$$\Delta x = \frac{F}{k} = \frac{126}{630} = 0,2$$

Keterangan :

- F : Gaya Berat/Gaya Pegas/Gaya yg Bekerja pada Pegas (Newton)
- K : Konstanta Pegas (N/m)
- Δx : Perubahan ukuran (cm)
- L0 : Panjang Awal (cm)
- g : Konstant Gravitasi (kg)
- D : Diameter Lilitan (mm)
- d : Diameter Kawat (mm)
- G : Modulus Geser (kg/mm²)
- n : Jumlah Lilitan Aktif
- N : Jumlah Seluruh Lilitan

ENERGI POTENSIAL

Energi yang dimiliki benda karena penempatan atau posisi bendanya. Energi potensial juga disebut juga dengan energi diam karena yang didalam keadaan diam bisa memiliki energi.

$$EP = \frac{1}{2} \cdot k (\Delta x)^2$$

ANALISA

Sistem biogas skala rumah tangga ini mempunyai prinsip pengisian ber-ulang dengan kapasitas isi digester. Kemudian feses sapi di fermentasi di dlm digester selama menghasilkan gas methane, setelah itu bahan baku keluar jika feses telah penuh di fermentasi tidak dapat menghasilkan gas methane lagi hingga isi menyusut dan dapat menghasilkan pupuk organik

Sistem biogas yang kita gunakan menggunakan tambahan berupa tekanan menggunakan peer cvt sepeda motor matic yang bertujuan untuk menambah laju aliran

gas methane. Tekanan maksimum yang dapat dihasilkan pada tabung tersebut sebesar $4.352 \times 10^{-7} P_{atm}$ dengan sample uji kita gunakan air dengan waktu didih terbaik yaitu 500cc air 4 menit 40 detik, 1000cc air 6 menit 32 detik, 2000cc air 16 menit 29 detik.

Pengujian menggunakan sample random yang kita lakukan menggunakan minyak wijen, mentega, minyak zaitun, dan minyak jagung. Pada pengujian ini kita menggunakan 500cc dan mendapatkan waktu didih terbaik masing masing sample yaitu 21 menit 30 detik untuk minyak zaitun, minyak wijen, minyak jagung. Sedangkan mentega 47 detik untuk dapat mendidih sempurna.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian maka dapat diperoleh kesimpulan, dalam kaji eksperimen mesin digester biogas skala rumah tangga berbasis tekanan, alat yang digunakan tong plastik, pipa pvc, lem pvc, Lbow, per pegas, besi, stoper, kran gas, selang, kompor. Dalam penelitian ini didapatkan tekanan maksimum yang dapat dihasilkan dari digester berukuran 120 liter sebesar $4.352 \times 10^{-7} P_{atm}$, dengan sampel uji yang kita gunakan berupa air kita dapatkan waktu didih air terbaik yaitu pada untuk 500cc air 4 menit 40 detik, 1000cc air 6 menit 32 detik, 2000 cc air 16 menit 29 detik. Pada pengujian sampel random kita menggunakan sebanyak 500 cc pada setiap sampel dan mendapatkan waktu didih terbaik yaitu pada 21 menit 30 detik 47 detik untuk Mentega

Model fermentasi dan tabung penyimpanan ini masih mempunyai ruang untuk pengembangan lebih lanjut untuk lebih menyempurnakan desain yang sudah ada. Beberapa pengembangan yang masih bisa dilakukan antara lain:

1. Digester tempat pembuatan dan penyimpan gas methane bisa dibuat lebih besar lagi supaya hasil yang di dapatkan lebih maksimal.

2. Dapat menggunakan variasi alat penyimpanan gas seperti ban dalam truk yang jika terjadi kebocorannya mudah terdeteksi.

3. Sistem untuk pengatur tekanan bisa dibuat lebih rapih lagi dan ringkas sehingga dapat diharapkan lebih maksimal lagi.

Upaya pengembangan digester berbasis tekanan ini dapat terus di lakukan, supaya mahasiswa/i sebagai pemakai alat uji diharapkan dapat dilakukan pengujian yang lebih baik lagi. Selain itu, pengembangan dari penelitian yang sudah dilakukan dapat membantu mahasiswa/i untuk lebih berpikiran luas dan dapat mengembangkan digester bertekanan ini.

REFERENSI

- Dwi Irawan, Dkk. (2016). Pengaruh EM4 (Effective Microorganism) Terhadap Produksi Biogas Menggunakan Bahan Baku Kotoran Sapi. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro
- Harayati, T., "Biogas: Limbah Peternakan yang Menjadi Sumber Energi Alternatif", Warazoa vol 16 no 03, 2006
http://repository.upi.edu/40096/4/TA_TM_1602115_Chapter3.pdf
<https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/24241>
- Mustaqim, Farid, A., & Sugara, S. (2006). Kemampuan Produksi Biogas Pada Digester Berbahan Fiberglass Berukuran 120 L.
- Putra, D. Dkk. (2017). Rancang Bangun Reaktor Biogas Tipe Portable Dari Limbah Kotoran Ternak Sapi. Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem. 5(1)
- Putro, S., "Penerapan Instalasi Sederhana Pengolahan Kotoran Sapi Menjadi Energi Biogas di Desa Sugihan Kecamatan Bendosari Kabupaten Sukoharjo", Warta vol 10 no 2, hal 178- 188, 2007
- Wahyuni, S. 2011. Menghasilkan Biogas Dari Aneka Limbah. Agromedia Pustaka,

Jakarta

Wahyuni, S. Analisa Kelayakan Pengembangan biogas Sebagai Energi Alternatif Berbasis Individu dan Kelompok Peternak, Tesis, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, 2008