

Pengaruh Volume Biogas Reaktor Anaerob Limbah Padi Terhadap Intensitas Cahaya Lampu Petromak

Influence of Biogas Volume of Anaerob Reactor of Rice Straw Waste to Light Intensity Petromak Lamp

Roswaldi Sk, Nazris Nazaruddin & Kartika

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang Kampus Limau Manis Padang 25163
Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576 Email: roswaldi.sk7@gmail.com,
nazrisnazaruddin@yahoo.com, kartika_munir@yahoo.com

Abstract

The creation of an intelligent biogas reactor made from rice straw is a long-term goal of this research. Biogas reactor is a breeding ground for methanogenesis bacteria in the process of methane gas formation (biogas) which can be used as fuel. The proliferation of these methanogenesis bacteria depends on the temperature, degree of acidity, humidity and volume of raw materials contained in the biogas reactor, if these parameters are out of threshold then the result of methane gas will be reduced or even the methanogenesis bacteria will die will lead to cessation of methane gas production. Increase the biogas gas pressure to be used as fuel of the test object in this case the petromak lamp.

Keyword: Reactor, Biogas, Intelligent, Rice Straw, and Bacteria

PENDAHULUAN

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Sumbar (2012), produksi padi di Sumbar mencapai 2,2 juta ton. Produksi sampingan padi tersebut diperoleh produksi sampingan berupa jerami, sesuai dengan yang dilaporkan oleh Haryanto *et al.* (2005) bahwa produksi jerami padi segar dapat mencapai 5 – 8 ton/Ha/panen, sehingga dalam satu tahun produksi jerami sekitar 100 ton. Menurut Wahyuni (2008), setiap 1 kg jerami menghasilkan biogas sebesar 0,28 m³, jika dimanfaatkan produksi jerami, maka Sumbar bisa menghasilkan 28 juta m³ biogas. Satu meter kubik biogas menghasilkan 1,25 kWh, sehingga dari produksi jerami diperoleh energi listrik 35 MWh, suatu jumlah energi yang banyak jika di olah.

Jerami padi merupakan limbah pertanian yang tersedia dalam jumlah yang relatif lebih banyak dibandingkan limbah pertanian lainnya dan terdapat hampir di

setiap propinsi di Indonesia. Tetapi tidak dimanfaatkan secara maksimal, saat sekarang hanya sedikit dimanfaatkan untuk campuran pakan ternak dan pupuk organik dan belum ada untuk memanfaatkan secara maksimal untuk kebutuhan akan energi. Petani saat memulai masa tanam, jerami yang ada di areal pertanian (sawah) melakukan pembakaran jerami, menurut petani akan membakar hama dan sebagai pupuk organik, tetapi tidak terpikirkan bahwa dengan membakar jerami tersebut akan menyebabkan polusi udara.

Proses pembentukan gas metan pada reaktor biogas tipe kubah tetap sangat tergantung pada perubahan suhu, pembentukan gas metan akan lebih cepat dua kali pada suhu 15⁰ C dibandingkan pada suhu 35⁰ C dan menghasilkan hampir 15 kali lebih banyak gas pada waktu proses yang sama. Menurut Khasristya (2004) dan Gracelon, J., Clark, J. (tanpa tahun), Suhu optimal yang baik untuk

pengembangbiakan bakteri metanogenesis berkisar 30⁰ C sampai 35⁰ C.

Selain suhu (Widodo, 2006 dan Tillman, 1976), faktor yang perlu diperhatikan adalah derajat keasaman (pH) dari bak fermentasi yang baik berada pada kisaran 7 – 8,5. Sementara, derajat keasaman pada kebanyakan bahan bio adalah pada kisaran 5 – 9.

Ruang (volume) yang harus disediakan pada bak fermentasi untuk gas metan harus 1/3 dari volume dari bak fermentasi menurut Gracelon dan Clark (tanpa tahun) . Ketersediaan ruang gas metan ini berpengaruh pada tekanan gas metan yang dihasilkan, bila ruang gas metan terlalu sempit akan menyebabkan reaktor akan mengalami kerusakan (pecah) dan akan mengeluarkan *slury* pada bak limpahan fermentasi lebih banyak.

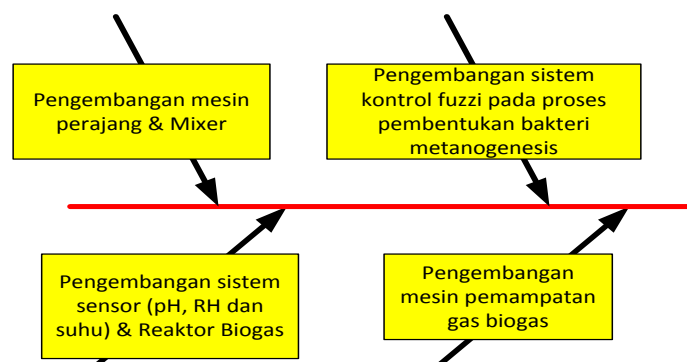
Perubahan suhu, derajat keasaman, kelembaban dan volume dari bak fermentasi harus dijaga sesuai dengan parameter yang diperlukan untuk pengembangbiakan bakteri metanogenesis. Perubahan parameter-paramter tersebut akan mempengaruhi proses pengembangbiakan bakteri metanogenesis selanjutnya mempengaruhi hasil gas metan yang diperoleh.

Rancangan dalam penelitian ini bersifat operasional (*action research*), riset operasional dipilih karena praktis dan dapat dilaksanakan dengan cepat. Selain itu ketersediaan komponen-komponen pembuatan alat yang akan digunakan juga sudah dapat diperhitungkan, serta memperhatikan ketersediaan komponen-komponen pendukungnya di pasaran.

METODOLOGI

Pada tahun keempat ini, dirancang alat untuk menaikkan tekanan gas biogas yang akan digunakan sebagai bahan bakar objek uji dalam hal ini lampu petromak.

Rancangan penelitian ini direncanakan selama empat tahun, bagan alir dapat dilihat pada gambar 1. Penelitian ini dilakukan enam bagian, **tahun pertama:** 1) pengembangan sistem mixer jerami, 2) pengembangan mesin perajang jerami **tahun kedua:** 3) pengembangan sistem sensor, 4) pengembangan reaktor biogas, **tahun ketiga:** 5) pengembangan sistem kontrol fuzzy pada reaktor biogas dan **tahun keempat:** 6) pengembangan sistem pemampatan gas dan 7) pengembangan pemurnian gas biogas.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tujuan nya merancang bangun mesin penaikan tegangan gas, hasil gas digunakan untuk objek uji dalam hal ini lampu petromak.

1. Lokasi.

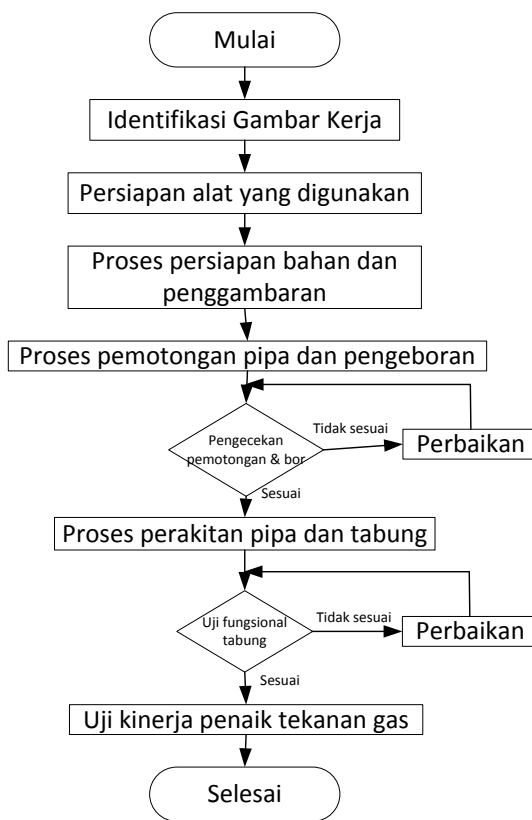
Lokasi penelitian di Labaratorium Teknik Listrik dan upt. PP

2. Metodologi

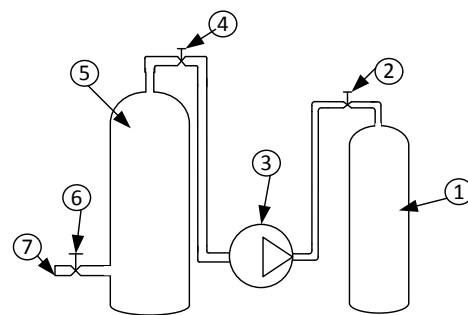
Mesin penaik tekanan gas.

Gas bio yang sudah dihasilkan perlu dinaikkan tekanannya, karena

enjin (semua merk) berbahan bakar gas bio memerlukan tekanan 4 psig. Pada penelitian ini gasi bio yang dihasilkan ditampung kedalam tabung gas, agar pada saat melakukan menyedotan dengan kompresor tabung panampung tidak pengempes (gambar 2 A). Urutan pembuatan mesin penaikan tekanan gas dapat dilihat pada gambar 2 B.



(A)



Keterangan :

- 1. Tabung bertekanan.
- 2. Katup A
- 3. Kompresor
- 4. Katup B
- 5. Tabung penyimpan biogas.
- 6. Katup C.
- 7. Input gas dari reaktor biogas

(B)

Gambar 2.

A. Diagram alir proses pembuatan mesin penaik tekanan gas.

B. Rancangan mesin penaik tegangan biogas

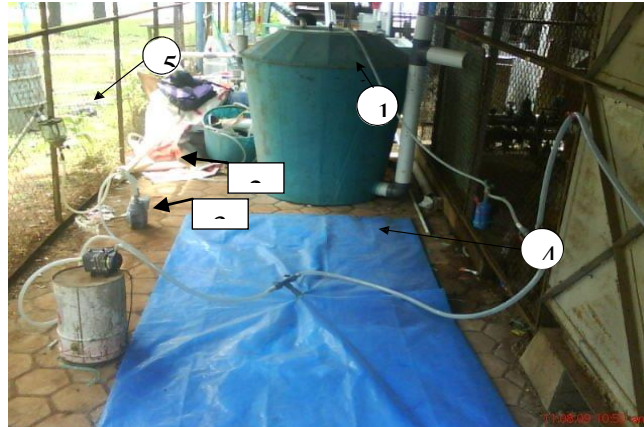
Capaian tahunan dan indikator

Capaian tahunan adalah sesuai dengan tujuan penelitian tahun keempat. Sedangkan luaran adalah : mesin penaik tekanan gas serta mesin pemurnian gas

biogas, dan seminar nasional dan jurnal nasional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Anaerobic Rector dengan volume yaitu 39 liter dengan bentuk tanki air sedangkan tandon gas menggunakan balon plastik. Bahan dasar pembuatan Anaerobic Rector adalah fiber yang bertujuan agar tidak mudah rusak.



Keterangan :

- Flowmeter, 3. Blower, 4. Penampung gas
5. Objek uji coba (Lampu petromak)

1. Digester, 2.

Pengambilan data volume gas terpakai dan kondisi gas bio dilakukan selama empat minggu. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Data Hasil Pengujian dan Analisa

1. Gas bio

volume gas yang dihasilkan oleh digester tidak terbaca oleh alat ukur flowmeter dikarenakan tekanan yang dihasilkan dalam digester sangat kecil, sehingga bisa terbaca tiga minggu setelah pengisian. Berikut ini pengambilan data biogas yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengambilan Data Gas Bio

| No | Tgl/bln/thn | Suhu T1 | Suhu T2 | Volume | Keterangan |
|----|-------------|---------|---------|-------------------|--------------------------------|
| | | (°C) | (°C) | (m ³) | |
| 1 | 25/06/2017 | 31 | 31 | 0 | slurry pertama kali dimasukkan |
| 2 | 28/06/2017 | 30 | 31 | 0 | |
| 3 | 30/06/2017 | 30 | 30 | 0 | |
| 4 | 02/07/2017 | 29 | 29 | 0 | |
| 5 | 04/07/2017 | 28 | 29 | 0 | |
| 6 | 06/07/2017 | 27 | 29 | 0 | |

| | | | | | |
|----|------------|----|----|-------|---|
| 7 | 08/07/2017 | 27 | 30 | 0,051 | katup tempat penampung gas dibuka, untuk membuang gas |
| 8 | 14/07/2017 | 26 | 30 | 0,067 | volume mulai terukur flowmeter |
| 9 | 17/07/2017 | 26 | 31 | 0,111 | |
| 10 | 18/07/2017 | 26 | 30 | 0,175 | |
| 11 | 19/07/2017 | 26 | 29 | 0,202 | |
| 12 | 20/07/2017 | 26 | 30 | 0,278 | |
| 13 | 21/07/2017 | 27 | 30 | 0,381 | |
| 14 | 22/07/2017 | 26 | 31 | 0,495 | |
| 15 | 23/07/2017 | 28 | 30 | 0,595 | |
| 16 | 24/07/2017 | 26 | 30 | 0,691 | |
| 17 | 25/07/2017 | 27 | 31 | 0,769 | |
| 18 | 26/07/2017 | 28 | 31 | 0,858 | |

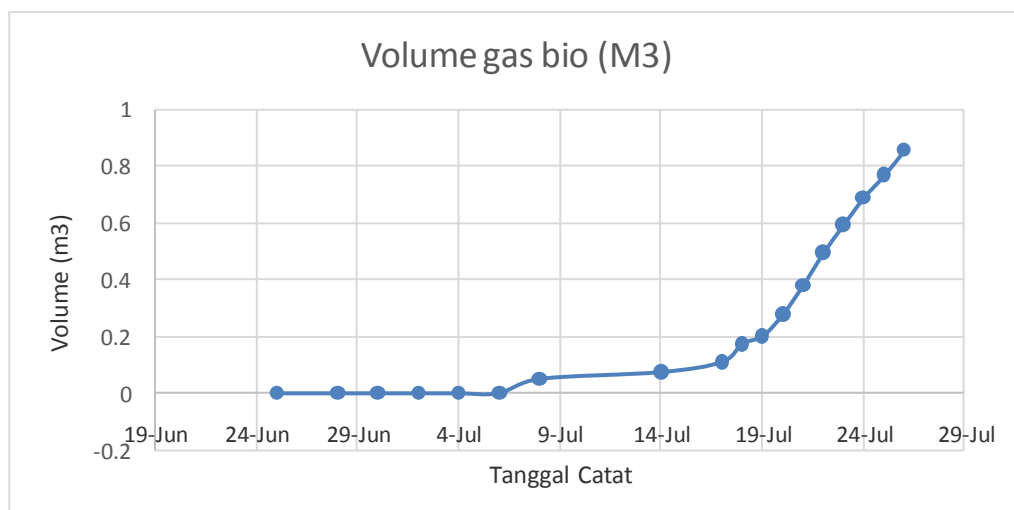
Ket: T1 = suhu didalam digester posisi bawah /didalam slurry.

T2 = Suhu didalam digester posisi diatas slurry tempat gas terbentuk

2. Analisa Data Volume Gas Bio.

Berikut ini merupakan grafik volume gas bio terhadap umur slurry

pada sebelas hari setelah pengisian selama tiga minggu di bulan Juli.



Gambar 1. Volume Gas bio Terhadap Umur Slurry

Pengambilan data dilakukan selama sebelas hari setelah tiga minggu pengisian slurry. Volume mulai terukur

pada tanggal 14/07/2017 dengan volume tertampung 0.067 m³. Pengambilan data terakhir dilakukan

pada tanggal 26/07/2017 dan volume gas terus naik dengan volume tertampung 0.858 m^3 .

Berdasarkan grafik 1 diketahui bahwa volume gas bio yang dihasilkan setiap hari semakin bertambah. Hal ini terjadi karena bakteri anaerob yang berada dalam digester bekerja secara optimal. Bakteri anerob dapat bekerja optimal karena factor-faktor yang

mempengaruhi proses pembentukan gas bio sesuai dengan standar yang tertuang pada teori-teori dari buku-buku referensi.

3. Lampu Gas bio

Data kondisi lampu dan Lux yang dihasilkan lampu gas bio dengan menggunakan gas dari digester dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

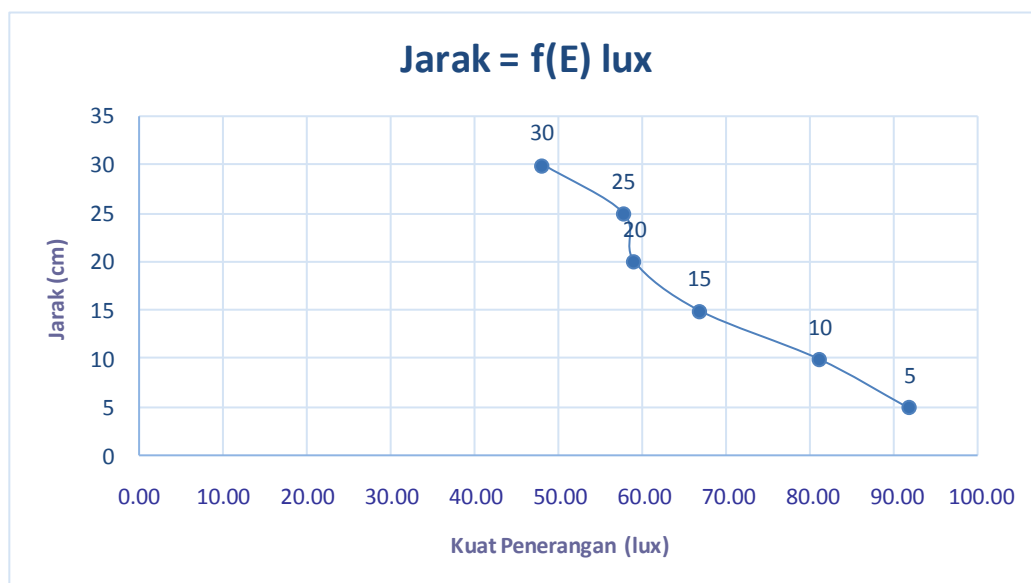
Tabel 2. Lux rata-rata dan Intensitas Cahaya

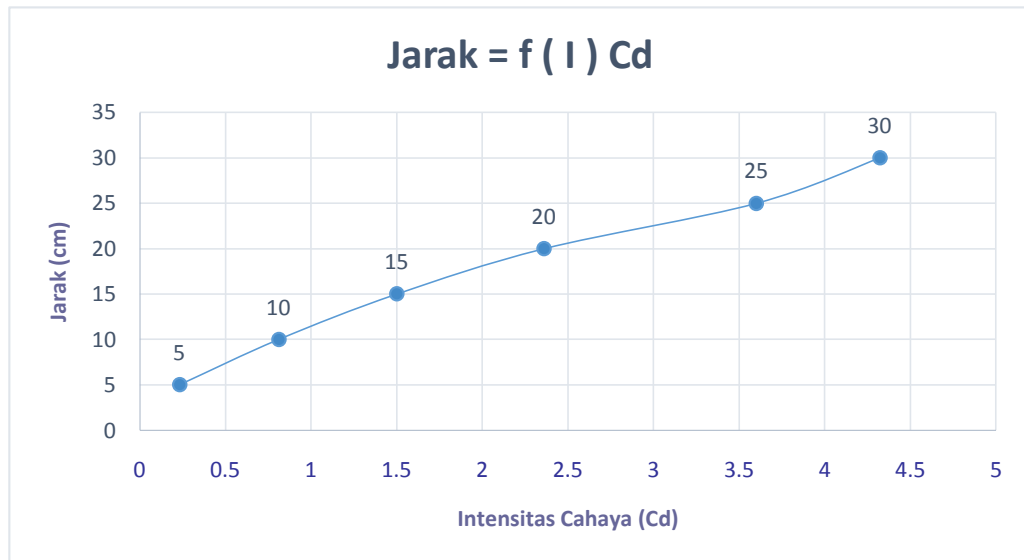
| r (cm) | E [Lux] | | | Lux rata2 | I (cd) |
|--------|---------|----|----|-----------|--------|
| 5 | 92 | 91 | 92 | 91,67 | 0,23 |
| 10 | 80 | 82 | 81 | 81,00 | 0,81 |
| 15 | 65 | 67 | 68 | 66,67 | 1,5 |
| 20 | 59 | 58 | 60 | 59,00 | 2,36 |
| 25 | 59 | 58 | 56 | 57,67 | 3,6 |
| 30 | 47 | 48 | 49 | 48,00 | 4,32 |

Keterangan :

1 cd = 1/683 watt/steradian

1. Analisa Data Lampu Gas bio





Gambar 3. Hubungan intensitas cahaya (I) terhadap jarak (r)

2. Proses pengukuran cahaya fotometri yang diperlukan, yaitu:
1. Fluks cahaya atau pancaran dari sumber
 2. Intensitas cahaya

Flux cahaya adalah banyaknya radiasi cahaya tiap detik yang dapat merangsang penglihatan mata, dinyatakan dalam satuan *lumen* atau lm. Intensitas cahaya adalah banyaknya pancaran cahaya per sudut ruang dan dinyatakan dalam satuan *candela* atau cd.

Untuk cahaya yang datang dari sebuah titik cahaya atau sumber cahaya pada sebuah permukaan, kuat penerangan (lux) dinyatakan dengan persamaan:

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha \text{ [lux]}$$

Satu Lux adalah kuat penerangan bidang seluas 1 [m²] apabila menerima flux cahaya 1 lumen.

Pengambilan data pada tabel 2. dilakukan dalam kondisi sudut pengukuran 0° dan variasi jarak pengukuran (r) ; 5, 10, 15, 20, 25, 30 [cm]. Dari data yang diperoleh, disimpulkan bahwa kuat penerangan akan menjadi lebih kecil apabila jarak antara sumber cahaya dengan titik yang diterangi semakin jauh. Begitu pula dengan Intensitas, akan mengalami perubahan karena intensitas merupakan banyaknya pancaran per satuan sudut ruang. Maka bila jarak semakin jauh pancaran akan semakin menyebar.

Faktor kaus lampu cukup berpengaruh terhadap cahaya yang dihasilkan. Apabila kaus lampu yang terbakar tidak berbentuk bulat, maka cahaya yang dihasilkan tidak normal, nyala api tidak berwarna kekuning-kuningan. Volume gas bio terpakai dapat diketahui dengan membaca flowmeter. Hasil pengukuran flowmeter dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil pengukuran flowmeter

| Waktu (menit) | volume awal terbaca (m3) | volume akhir terbaca (m3) | Volume real time terpakai (m3) |
|---------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1 | 0.801 | 0.812 | 0.011 |
| 2 | 0.841 | 0.852 | 0.011 |
| 3 | 0.877 | 0.888 | 0.011 |
| 4 | 0.901 | 0.911 | 0.01 |
| 5 | 0.933 | 0.945 | 0.012 |
| 6 | 0.966 | 0.977 | 0.011 |
| 7 | 0.978 | 0.989 | 0.011 |
| 8 | 0.990 | 1 | 0.01 |
| 9 | 1.013 | 1.023 | 0.01 |
| 10 | 1.025 | 1.036 | 0.011 |
| | Rata-rata volume per menit | | 0.0108 |

Keterangan:

Volume real time terpakai = volume akhir – volume awal

Jadi volume gas bio terpakai adalah

0.0108 [m³/menit] atau 10.8 [liter/menit] sama dengan 0,18 [liter/dt].

Volume gas yang dibutuhkan untuk menyalakan petromak selama 1 jam:

V 1jam = 60 menit x 10.8

liter/menit = 648 liter

Kemudian untuk memperoleh nilai intensitas cahaya, jika diperoleh nilai berdasarkan tabel 2, maka diperoleh:

E = 59 [Lux], r = 20 [cm] = 0.2 [m],

maka:

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha \text{ [lux]}$$

$$I = \frac{Er^2}{\cos \alpha} = \frac{Er^2}{\cos 0^\circ} = I = Er^2$$

$$\rightarrow I = 59 \text{ [lux]} \cdot 0,2^2 \text{ [m]} = 2,36 \text{ [cd]}$$

SIMPULAN

1. Dari pengambilan data diperoleh bahwa digester dengan volume 1.14 m³ mampu menghasilkan volume gas bio sebesar 0.858 m³ dalam jangka waktu satu bulan dihitung dari saat memasukan slurry tanggal 25/06/2017

sampai pengukuran tanggal 26/07/2017.

2. Untuk menyalakan lampu petromak selama 1 jam menghabiskan 0.636 m³ (636 liter) volume gas bio.
3. Kuat penerangan akan menjadi lebih kecil apabila jarak antara sumber cahaya dengan titik yang diterangi semakin jauh. Begitu pula dengan Intensitas, akan mengalami perubahan karena intensitas merupakan banyaknya pancaran per satuan sudut ruang. Maka bila jarak semakin jauh pancaran akan semakin menyebar.

SARAN

1. Pengadukan sebaiknya dilakukan setiap hari untuk mencegah terbentuknya kerak dipermukaan digester yang menyebabkan terhambatnya produksi gas metana.
2. Perawatan secara berkala agar alat ini tidak cepat rusak, sebaiknya ada penambahan praktikum gas bio untuk aplikasi teori yang telah didapat pada mata kuliah energi alternatif.

3. Untuk mempercepat produksi gas, gunakan enzim starter.
4. Untuk dapat mengetahui efisiensi nyala lampu petromak gas bio, sebaiknya tingkat pencahayaan lampu petromak gas bio dibandingkan dengan tingkat pencahayaan dari lampu petromak biasa.

DAFTAR PUSTAKA

- Arati JM. 2009. Evaluating the Economic Feasibility of Anaerobic Digestion of Kawangware Market Waste [tesis]. Manhattan: Kansas State University.
- BPS (Badan Pusat Statistik) Padang. 2012
- Batstone DJ, J Keller, I Angelidaki, SV Kalyuzhnyi, SG Pavlostathis, A Rozzi, WTM Sanders, H Siegrist dan VA Vavilin. 2002. The IWA Anaerobic Digestion Model No 1 (ADM1). *Water Sci Technol* 45:65-73.
- Esposito G, L Frunzo, A Panico, dan F Pirozzi. 2011. Modelling the Effect of the OLR and OFMSW Particle Size on the Performances of an Anaerobic Co-digestion Reactor. *J Process Biochem* 46:557-565.64
- Febriana D dan M Liana. 2008. Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Pakan Ruminansia pada Peternakan Rakyat di Kecamatan Rengat Batat Kabupaten Indragiri Hulu. *J Peternakan* 5:28 – 37.
- Gracelon, J., Clark, J. (tanpa tahun). *Waste Digester Design*. University of Florida Civil Engineering (www.ce.ufl.edu). Florida.
- Haryati T. 2006. Biogas : Limbah Peternakan yang Menjadi Sumber Energi Alternatif. *J Wartazoa* 16:160 – 169.
- Haryanto, B., Supriyati, A. Thalib Dan S.N. Jarmani. 2005. Peningkatan nilai hayati jerami padi melalui bio-proses fermentative dan penambahan zinc organik. Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 12 – 13 September 2005. Puslitbang Peternakan. Bogor. 473 - 478
- Judoamidjojo, M., Darwis, A. A. dan Sa'id, E. G. (1992). *Teknologi Fermentasi*. CV Rajawali. Jakarta.
- Khasristya Amaru, 2004, *Rancang Bangun dan Uji Kinerja Biodigester Plastik Polyethilene Skala Kecil (Studi Kasus Ds. Cidatar Kec. Cisurupan, Kab. garut)*, Tugas Akhir, Fakultas Pertanian, UNPAD, Indonesia.
- Komar A. 1984. Teknologi Pengolahan Jerami sebagai Makanan Ternak. Bandung : Yayasan Dian Grahita.
- Kim S dan BE Dale. 2004. Global Potential Bioethanol Production from Wasted Crops and Crop Residues. *J Biomass Bioenerg* 26:361-375.
- Lei Z, J Chen, Z Zhang dan N Sugiura. 2010. Methane Production from Rice Straw with Acclimated Anaerobic Sludge : Effect of Phosphate Supplementation. *J Bioresource Technol* 101: 4343 – 4348.
- Meynell PJ. 1976. Methane : Planning a Digester. Great Britain : Prism Press.
- Makarim AK, Sumarno dan Suyamto. 2007. Jerami Padi : Pengelolaan dan Pemanfaatan. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Nguyen PHL. 2004. Dry Anaerobic Digestion of Municipal Solid Waste as Pretreatment Prior to Landfill [tesis]. Thailand: Asian Institute of Technology, School of Environment, Resource Development.
- Salim, N. (2005). *Indonesia Menyongsong Protokol Kyoto*. Koran Tempo. Jakarta.
- Simamora Suhut, dkk. *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas*. Jakarta : Agro Media, 2008

- Wahyuni. 2008, *Biogas*, Jakarta : Penebar Swadaya.
- Widodo, T.W., Asari, A., Ana, N., Elita, R., 2006, *Rekayasa dan Pengujian Reaktor Biogas Skala Kelompok Tani Ternak*, Jurnal Enjiniring Pertanian, Vol. IV, No. 1, April 2006.
- Winarno FG, AFS Boediman, T Silitongan dan B Soewardi. 1985. Limbah Hasil Pertanian. Jakarta : Kantor Menteri Muda Urusan Peningkatan Produksi Pangan.
- Wahyuni S. 2010. *Biogas*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Yadvika S, TR Sreekrishnan, K Sangeta, dan R Vineet. 2004. Enhancement of Biogas Production From Solid Substrat Using Different Techniques- A Review. *J Bioresource Technol* 95:1-10.
- ZREU (Zentrum für Rationell Energieanwedung und Umwelt GmbH). 2000. Biomassa in Indonesia Business Guide.