

## MODIFIKASI GENERATOR LISTRIK (GENSET) MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR BIOGAS UNTUK PENERANGAN LAMPU JALAN

Oleh:  
Pungut \*) dan Dominggos\*\*)

### Abstrak

*Biogas sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan sangat sayang jika tidak dimanfaatkan. Dengan melakukan modifikasi mesin bensin atau diesel ternyata biogas dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar bensin dan solar. Mesin ini selanjutnya dipakai untuk memutar generator listrik. Perubahan biogas menjadi energi listrik dilakukan dengan memasukan gas dalam tabung penampungan kemudian masuk ke konversion kit yang berfungsi menurunkan tekanan gas dari tabung sesuai dengan tekanan operasional mesin dan mengatur debit gas yang bercampur dengan udara didalam mixer, dari mixer bahan bakar bersama dengan udara masuk kedalam mesin dan terjadilah pembakaran yang akan menghasilkan daya untuk menggerakan generator yang menghasilkan energi listrik.*

**Kata kunci :** *Biogas, generator, mixer*

### PENDAHULUAN

#### A. Biogas

Biogas adalah gas yang mudah terbakar (*flammable gas*) yang diperoleh dari penguraian senyawa-senyawa organik dalam biomassa sebagai akibat aktivitas mikroorganisme (fermentasi) pada kondisi tanpa udara (anaerobic). Kandungan utama biogas adalah gas metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Sebagian kecil adalah gas hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), nitrogen (N<sub>2</sub>), hidrogen (H<sub>2</sub>) dan oksigen (O<sub>2</sub>). Kehadiran gas metana yang besar ini membuat biogas mudah terbakar dan dapat dipakai sebagai sumber energi untuk memasak, penerangan, bahkan pada skala besar dapat menghasilkan energi listrik.

Biogas ini juga menghasilkan produk samping berupa lumpur organik yang dapat diolah menjadi pupuk kompos. Kualitas pupuk kompos yang dihasilkan tergantung pada bahan baku yang digunakan. Pengolahan lanjutan limbah biogas menjadi kompos bukanlah hal yang sulit untuk dilakukan. Pengolahan dilakukan dengan caramemisahkan cairan (bisa digunakan sebagai pupuk cair) dengan padatan melalui proses penyaringan. Kemudian padatannya dikeringkan dan ditambahkan bahan-bahan lain untuk mencapai komposisi senyawa kompos yang diinginkan seperti kandungan nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), kalsium (Ca), dan mineral-mineral lainnya. Bahkan unsur-

unsur tertentu seperti protein, selulosa, lignin dan lain-lain tidak bisa digantikan oleh pupuk kimia.

Adapun komposisi gas yang terdapat di dalam unit degestion biogas dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi gas pada degestion biogas

Penjelasan	Rumus	Persentase
Metana	CH <sub>4</sub>	55-65%
Karbondioksida	CO <sub>2</sub>	36-45%
Nitrogen	N <sub>2</sub>	0-3%
Hidrogen	H <sub>2</sub>	0-1%
Oksigen	O <sub>2</sub>	0-1%
Hidrogen Sulfida	H <sub>2</sub> S	0-1%

Biogas memberikan substitusi atau pengganti dari bahan bakar fosil untuk penerangan dan memasak. Gas methana (CH<sub>4</sub>) yang dihasilkan secara alami oleh kotoran yang menumpuk merupakan gas penyumbang terbesar pada efek rumah kaca, bahkan lebih besar dibandingkan dengan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Pembakaran methana pada biogas mengubahnya menjadi CO<sub>2</sub> sehingga mengurangi jumlah methana di udara. Dengan lestariannya hutan, maka gas CO<sub>2</sub> yang ada di udara akan diserap oleh hutan yang menghasilkan oksigen yang melawan efek rumah kaca.

\*) Dosen Teknik Lingkungan

\*\*\*) Mahasiswa Teknik Lingkungan  
Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

Perkembangan proses anaerobik digestion telah berhasil pada banyak aplikasi. Proses ini memiliki kemampuan untuk mengolah sampah / limbah yang keberadaannya melimpah dan tidak bermanfaat menjadi produk yang lebih bernilai. Aplikasi anaerobik digestion telah berhasil pada pengolahan limbah industri, limbah pertanian, limbah peternakan dan *municipal solid waste* (MSW).

Kesetaraan biogas dengan sumber energi lain tiap 1 m<sup>3</sup> dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kesetaraan Biogas Dengan Sumber Energi Lain Tiap 1 m<sup>3</sup>

Jenis Gas	Jumlah Satuan
LPG	0.46 kg
Minyak tanah	0.62 liter
Minyak solar	0.52 liter
Bensin	0.80 liter
Gas kota	1.50 m <sup>3</sup>
Kayu bakar	3.50 kg

Sumber : Direktorat Jendral Pertanian; 2006

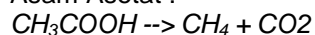
## B. Proses Anaerobik dalam Biogas

Proses pengolahan limbah secara anaerobik merupakan metode yang efektif untuk mengolah berbagai macam limbah organik. Pengolahan ini dimediasi oleh mikroorganisme anaerobic dan mikroorganisme fakultatif yang tidak membutuhkan oksigen yang kemudian mengubah zat-zat organik menjadi produk akhir seperti karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan metana (CH<sub>4</sub>). Keuntungan utama pengolahan limbah secara anaerobik dibanding dengan pengolahan secara aerobik adalah sebagai berikut :

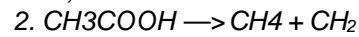
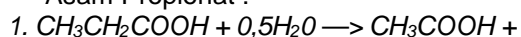
1. Menghasilkan biomassa yang relatif lebih sedikit.
2. Mempunyai nilai ekonomis karena menghasilkan gas metana yang bisa digunakan untuk bahan bakar
3. Mampu mengolah bahan organik yang tinggi karena tidak membutuhkan oksigen yang lebih banyak.

Biogas terjadi akibat reaksi anaerobik bahan organik. Menurut Larry Benefield dan Clifford W. Randal reaksi fermentasi pembentukan biogas adalah sebagai berikut :

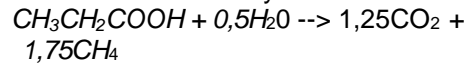
Asam Asetat :



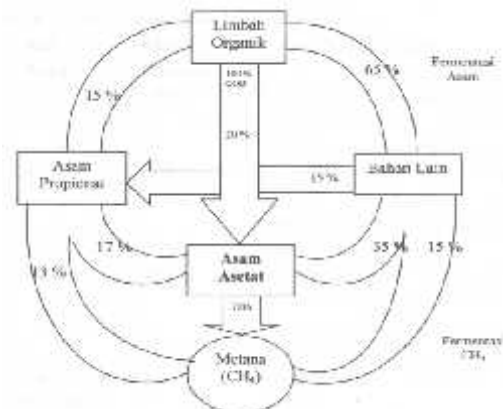
Asam Propionat :



3. Reaksi keseluruhannya



Dan kedua reaksi diatas menunjukkan bahwa hanya satu golongan bakteri metan yang dibuhkan untuk proses fermentasi bahan organik. Asam asetat dan asam propionat yang difermentasi terdiri dari dua golongan yang berbeda untuk bakteri metan. Bakteri yang bertanggung jawab untuk asam asetat secara relatif mengalami perubahan di pH dan temperatur serta mempunyai perkembangan yang jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan bakteri pada gas metana. Sebagai hasilnya gas metana biasanya diasumsikan untuk menjadi bahan pengendalian dalam proses anaerobik. Berikut adalah gambar proses pembentukan gas metana (CH<sub>4</sub>) secara anaerobik dari bahan organik seperti yang terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Proses Fermentasi Bahan Organik

## C. Teknologi Pembuatan Biogas

Sumber energi dari biogas ini sendiri yaitu tinja (manusia, sapi, kerbau, kuda, babi, dan ayam) ataupun bahan dari tumbuhan seperti dedaunan, ampas kelapa, sisa sayuran, atau dapat juga tumbuhan yang lain seperti enceng gondok. Pada bahan tinja, tidak perlu ditambahkan bahan bakteri pengurai sebab sudah cukup banyak mengandung bahan bakteri. Sedangkan apabila digunakan bahan dari tumbuhan, maka perlu dicampur dengan tinja sebagai pemicu dan mempercepat proses penguraian. Bahan tersebut dicampur dengan air. Supaya proses penguraian itu berjalan cepat,

maka sampah organik itu dicacah terlebih dahulu. Proses penguraian berjalan optimal pada temperatur 35-37 °C, dan kisaran derajat keasaman (pH) 6,8 – 7,8 atau netral asam. Untuk menghilangkan bau gas dan untuk menaikkan mutu gas, maka biogas dicuci dengan jalan mengalirkannya melalui air yang dibubuhi sedikit kapur. Dengan pencucian ini bau gas yang tak enak menjadi hilang, dan gas CO<sub>2</sub> yang tak berguna untuk bahan bakar terserap oleh air sehingga biogas yang diperoleh akhirnya dapat dibakar dengan hasil panas yang tinggi. Biogas kemudian dapat dialirkan ke rumah-rumah warga untuk memasak maupun kebutuhan yang lain.



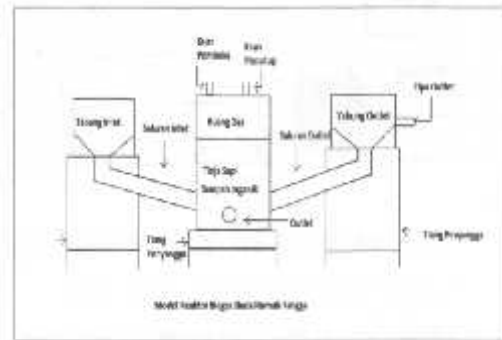
Gambar 2. Tinja sapi sebagai bahan biogas



Gambar 3: pembuatan digester biogas

#### D. Reaktor Skala Rumah Tangga

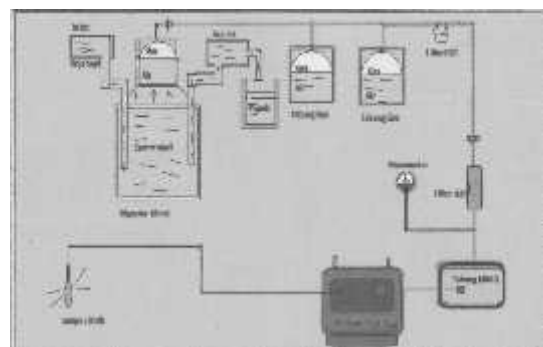
Desain reaktor biogas skala rumah tangga yang digunakan dalam penelitian ini seperti pada gambar 4 berikut :



Gambar 4. Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga

Reaktor biogas skala rumah tangga ini terbuat dari drum dimana terdapat 1 (satu) buah drum untuk pencerna berisi tinja sapi sekaligus wadah gas yang tertampung dalam sebuah drum dan terdapat 2 (dua) bak untuk menampung tinja sapi dimana bak yang pertama sebagai inlet berisi tinja sapi baru untuk diproses menjadi biogas sedangkan bak kedua sebagai outlet berisi tinja sapi dari hasil akhir proses biogas.

Tinja sapi yang sudah tercampur secara homogen, dimasukkan kedalam bak inlet untuk proses pembentukan biogas. Tinja sapi dari bak inlet tersebut akan masuk ke bak pencerna gas secara otomatis melalui pipa inlet. Kemudian dibak pencerna tersebut tinja sapi akan membentuk gas baru yang disebut dengan biogas. Tinja sapi yang terdapat didalam bak pencerna selanjutnya akan mengalir ke bak outlet secara otomatis melalui pipa, outlet yang merupakan hasil akhir dari produksi biogas. Produk dari hasil akhir proses biogas ini selanjutnya dapat digunakan sebagai pupuk organik.



Gambar 5. Reaktor Biogas dan generator untuk Skala Rumah tangga.

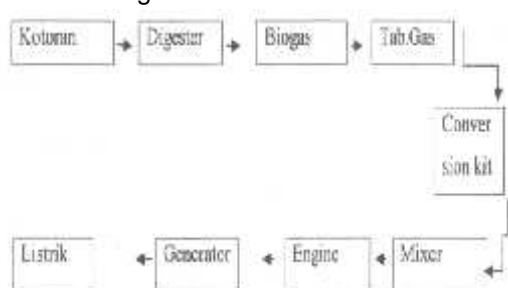
Reaktor ini terdiri dari satu bagian Digester dan dua tabung gas yang di beri nama Gas Holder. Digester berfungsi

sebagai fermentasi (Proses Mikro ogrnasime secara Anerobik) dan gas Holder sebagai Tempat Penampung gas. Filter H<sub>2</sub>O dan H<sub>2</sub>S adalah sebagai penyaring Air ( H<sub>2</sub>O ) dan Hidrogen Sulsur ( H<sub>2</sub>S ), Memiliki manometer Untuk pengukur tekanan gas, Generator menggunakan bahan bakar gas sebagai pembangkit energi listrik.

### E. Rancangan Genset Menggunakan Energi Biogas

Generator bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik terdiri dari : rotor dan stator. Stator merupakan elemen diam terdiri dari belitan-belitan jangkar sedangkan rotor merupakan elemen yang berputar terdiri dari belitan-belitan medan. Perbedaan penting antara generator DC dan generator AC yaitu : pada generator DC jangkar yang berputar dan medan sistem diam sedangkan generator AC sebaliknya.

Sistem instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Biogas ( PLTBG ) dapat di buat skema sebagai berikut :



Gambar 6 Bagan Sistem instalasi pembangkit listrik dari Biogas kotoran sapi

Perubahan biogas menjadi energi listrik dilakukan dengan memasukan gas dalam tabung penampungan kemudian masuk ke konversion kit yang berfungsi menurunkan tekanan gas dari tabung sesuai dengan tekanan operasional mesin dan

mengatur debit gas yang bercampur dengan udara didalam mixer, dari mixer bahan bakar bersama dengan udara masuk kedalam mesin dan terjadilah pembakaran yang akan menghasilkan daya untuk mengerakan generator yang menghasilkan energi listrik. Karakteristik pembakaran yang terjadi pada mesin diesel berbeda dengan pembakaran pada mesin bensin.

Bahan bakar Biogas membutuhkan rasio kompresi yang tinggi untuk proses pembakaran sebab Biogas mempunyai titik nyala yang tinggi 645 OC–750 OC dibandingkan titik nyala solar 220 OC, maka mesin disel umumnya digunakan secara duelfuel dengan rasio kompresi sekitar 15- 18. Proses pembakaran pada mesin duelfuel, bahan bakar biogas dan udara masuk ke ruang bakar pada saat langkah hisap dan kemudian dikompresikan didalam silinder seperti halnya udara dalam mesin disel biasa. Bahan bakar solar dimasukan lewat nozel pada saat mendekati akhir langkah kompresi,dekat titik coati atas (TNIA) sehingga terjadi pembakaran.

Temperatur awal kompresi tidak boleh lebih dari 80°C karena akan menyebabkan terjadinya knocking dan peristiwa knocking yang terjadi pada mesin duelfuel hampir sama dengan yang terjadi pada mesin bensin, yaitu terjadinya pembakaran yang lebih awal akibat tekanan yang tinggi dari mesin disel. Hal ini disebabkan karena bahan bakar biogas masuk bersama-sama dengan udara ke ruang bakar, sehingga yang dikompresikan tidak hanya udara tapi juga biogas. Perkiraan daya listrik yang dapat dihasilkan dari PLTBG adalah sebagai berikut :

Tabel 3 Daya listrik yang dapat dihasilkan dari peternakan sedang dan besar.

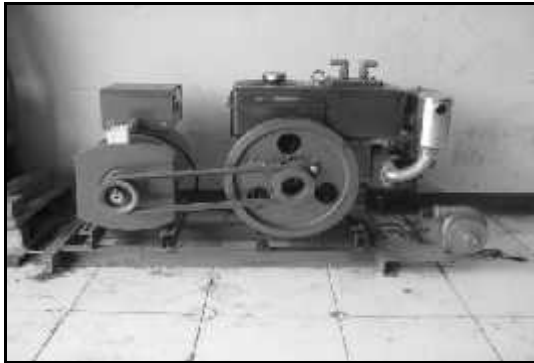
	Peternakan sedang	Peternakan besar
Jumlah sapi ( Ekor)	60	300
Biogas yang dihasilkan ( m <sup>3</sup> /ekor /hari )	0,94	0,94
Biogas yang dihasilkan dari peternakan (m <sup>3</sup> /hari)	70,5	282
Daya yang dihasilkan (kW)	3,05	15,27
Energi yang dihasilkan (kWh)	73,2	366,5

Pemilihan mesin penggerak generator PLTBG adalah mesin disel dan bensin. Di pasaran untuk mesin bensin harganya jauh lebih mahal dari mesin disel dengan daya yang sama. Dan untuk daya yang besar

hanya mesin disel yang dapat digunakan sebab tidak adanya mesin bensin dengan daya besar dipasaran. Penggunaan kedua jenis mesin tersbut dalam kenyataannya menghasilkan efisiensi yang rendah

sehingga perlu adanya modifikasi.

Modifikasi yang perlu dilakukan untuk mengubah mesin disel menjadi mesin yang berbahan bakar biogas adalah dengan cara menambahkan *conversion kit* dan *mixer*. Fungsi *conversion kit* adalah untuk mengatur debit dan menurunkan tekanan aliran bahan bakar sesuai dengan tekanan operasional yang diinginkan sedangkan *mixer* berfungsi sebagai pencampur bahan bakar dengan udara. Pemasangan *mixer* terletak pada saluran masuk udara dan *conversion kit* terpasang antara *mixer* dan tabung gas ( Gas Holder ). Sistem modifikasi ini menggunakan sistem *duelfuel* yaitu mesin menggunakan dua bahan bakar yang dilakukan secara bersamaan dengan komposisi 70 % bensin dan 30 % biogas. Hal ini dilakukan karena titik nyala pembakaran biogas yang sangat tinggi yaitu sekitar 645 °C - 750 °C.



Gambar 7. Mesin Diesel kapasitas 7 PK untuk menghasilkan listrik daya 1.500 watt.



Gambar 8. Algen gas generator untuk 1500 watt.

Perhitungan ekonomi penggunaan pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBG) untuk peternakan sedang dan besar dengan pemakaian mesin disel dan bensin dan dibandingkan dengan keuntungan listrik yang dihasilkan yang disesuaikan dengan tarif dasar listrik PLN adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Perkiraan biaya investasi PLTBG pada Peternakan sedang dan besar

	Peternakan sedang		Peternakan besar	
	Mesin bensin (3KW)	Mesin diesel (3 KW)	Mesin bensin	Mesin diesel (15KW)
Harga mesin	8.000.000,00	2.500.000,00	Tidak ada	51.500.000,00
Conversion kit + mixer	8.000.000,00	2.500.000,00		4.800.000,00
Total Investasi ( Rp)	12.800.000,00	7.000.000,00		56.300.000,00

Tabel 5. Perkiraan biaya operasi PLTBG pada peternakan sedang dan besar

	Peternakan sedang		Peternakan besar	
	Mesin bensin (3KW)	Mesin diesel (3 KW)	Mesin bensin	Mesin diesel (15KW)
Harga bahan bakar selain biogas/tahun	Tidak ada	2.891.000,00	Tidak ada	13.008.600,00
Perawatan rutin/ tahun (0,05 x harga mesin)	400.000,00	125.000,00		2.575.000,00
Biaya operator mesin / tahun	7.300.000,00	7.300.000,00		7.300.000,00
Total operasi ( Rp)	7.700.000,00	10.316.000,00		22.883.600,00

Biaya investasi dari mesin diesel lebih kecil dari pada mesin bensin, sehingga mesin diesel lebih menguntungkan dari

segi ekonomi. Di lain sisi dari aspek perawatan mesin diesel dan mesin bensin dapat dikatakan sebanding dan

mempunyai biaya yang relatif sama. Dilihat dari aspek operasi mesin diesel lebih mudah, mempunyai umur operasi yang lama dan menggunakan sedikit bahan bakar untuk penyediaan daya yang sama dibandingkan dengan mesin bensin. Hal ini dapat dijadikan alasan bahwa mesin disel lebih menguntungkan sebagai mesin penggerak pada PLTBG.

Keuntungan dari membangkitkan listrik dari PLTBG adalah energi listrik yang dapat dihasil dikalikan dengan harga listrik yang harus dibayar pemakai jika menggunakan listrik dari PLN. Harga listrik Rp. 545/kWh dan biaya beban Rp. 30.000/kVA. Nilai rupiah yang dapat dihasilkan dari membangkitkan listrik dari biogas pada peternakan sedang dengan daya 3 kW ( 4 kVA ) dalam satu tahun dengan penggunaan tiap hari 24 jam adalah Rp. 15.762.600,00-

Analisa ekonomi pembangkit listrik tenaga biogas dengan mesin penggerak dari mesin diesel untuk peternakan skala, sedang , Jika bunga investasi untuk kredit dari bank 19 % adalah :

Total investasi  
= Rp. 7.300.000, + Rp. 7.300.000, x 19 %  
= Rp. 8.687.000,00

Umur teknis ekonomi 10 Tahun

Depresiasi  
=Rp. 8.687.000,00/10  
= Rp. 868.700,00

Cash flow  
= Keuntungan + Depresiasi - biaya operasional  
= Rp.15.762.600,00 + 868.700,00 –  
Rp. 10.316.000,00 = Rp.6220.400,00

IRR. ( Initial Rate of Return )  
= 72 %

NPV ( Net Present Value )  
= Rp. 15.726.618,00

BCR ( Benefit Cost Ratio ) = 1,45

PB ( Pay back ) = 1 tahun 5 bulan

Nilai rupiah yang dapat di hasilkan sesuai harga listrik dari PLN membangkitkan listrik dengan biogas pada peternakan besar dengan daya 15 kW 19 W dalam satu tahun dengan penggunaan tiap hari 24 jam adalah : Rp. 78.453.000,00. Jika bunga investasi untuk kredit dari bank 19 % maka analisa pembangkit listrik tenaga biogas untuk peternakan Skala besar adalah

Total investasi  
= Rp. 56.300.000, + Rp. 56.300.000 x 19 %  
= Rp. 66.997.000,00.

Untuk teknis ekonomis 10 Tahun

Depresiasi

= Rp. 66.997.000,00/10

= Rp. 6.997.000,00

Cash Flow

= Rp. Keuntungan + Depresiasi

– biaya operasional

= Rp. 78.345.000,00 + Rp.

6.699.700,00-

Rp. 22.883.600,00 = Rp.

61.537.200,00

IRR ( Initial Rate of Return ) = 93 %

NPV ( Net Present Value ) = Rp.

170.743.335,00

BCR ( Benfit Cost Ratio ) = 2,87

PB ( Pay Back ) = 1 Tahun 1 bulan

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat diambil kesimpulan untuk skala peternakan sedang dan besar lebih baik menggunakan mesin disel, disamping ekonomis aspek operasi mesin diesel mudah dibandingkan dengan mesin bensin. Umur operasi mesin diesel mempunyai jangka waktu yang lama.

Kendala yang dihadapi untuk pembangaunan PLTBG adalah modal awal yang besar, kurang penguasaan ilmu tentang pembangunan PLTBG , adanya keraguan dari pemilik peternakan tentang berhasil tidaknya PLTBG, kurangnya perhatian pemerintah tentang penelitian PLTBG dan kurangnya pemberian bantuan dana bagi pemilik peternakan. Saran untuk mengatasi masalah diatas adalah peminjaman modal ke bank atau pemberian kredit lunak untuk oleh pemerintah kepada pemilik peternakan, perlunya mempelajari lebih dalam modifikasi yang perlu dilakukan pada mesin untuk PLTBG, pemberian kucuran dana untuk penelitian dari pemerintah, perlu adanya penyuluhan terhadap peternakan sapi sehingga tidak adanya keraguan lagi dari para peternak untuk pembangunan PLTBG.

## METODE PENELITIAN

### Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dipakai dalam penelitian ini adalah dengan melakukan, penelitian di laboratorium Teknik Elektro Universitas PGRI Adi Buana Surabaya. Dalam penelitian ini jenis data yang diperlukan merupakan data yang diperoleh dari hasil pengamatan yang dilakukan secara langsung di lapangan, yaitu data mengenai tekanan gas yang diperoleh dan waktu yang dibutuhkan sampai dengan menghasilkan gas yang optimal.

## ANALISIS DATA

### 1. Penyajian hasil Penelitian

Data yang sudah berhasil dikumpulkan melalui kegiatan eksperimen pada penelitian ini adalah data mengenai tekanan gas dan lama produksi gas yang dihasilkan untuk tiap kategori yang berbeda-beda. Data yang

dihasilkan diperoleh dari hasil pengamatan dilapangan secara langsung.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Elektro guna memperoleh data tentang tekanan gas dan lama produksi gas yang dihasilkan untuk tiap kategori yang berbeda-beda.

Tabel 6. Data Percobaan Biogas Campuran Tinja Sapi + Air

Pengamatan	Tinja + Air (50%:50%)	Waktu	Tekanan/KpA
1	140 liter	24 jam	0
2	140 liter	48 jam	1
3	140 liter	72 jam	1,5
4	140 liter	96 jam	2.2
5	140 liter	120 jam	2.4
6	140 liter	144 jam	2.7
7	140 liter	168 jam	2.7

Tabel 7. Percobaan Tinja Sapi + Air + Sampah Organik

Pegamatan	Tinja + Air + Sampah organik 30 % : 30 % : 40 %	Waktu	Tekanan /KpA
1	140 liter	24 jam	0
2	140 liter	48 jam	0
3	140 liter	72 jam	0
4	140 liter	96 jam	0,5
5	140 liter	120 jam	1
6	140 liter	144 jam	1.4
7	140 liter	168 jam	1.9
8	140 liter	92 jam	2.0
9	140 liter	216 jam	2.0
10	140 liter	240 jam	2.3
11	140 liter	264 jam	2.3
12	140 liter	288 jam	2,4
13	140 liter	312 jam	2,5
14	140 liter	336 jam	2.5

Data Pada tabel 6. dan tabel 7. bertujuan untuk mengetahui efektifitas campuran pengolahan dan pemanfaatan Limbah peternakan Sapi dan Sampah Organik dari Domestik ( Sampah Rumah Tangga ). Pada kategori perbandingan campuran untuk pegolahan Tinja Sapi 30 % : 30 % Sampah Organik : 40 % Air memiliki tekanan Gas Lebih rendah dibandingkan dengan Kategori Tinja sapi morn : air lebih tertinggi yaitu sebesar 2,7 Kpa. Dan proses pengolahan secara anaerobik ( tanpa udara ) pada kategori perbandingan campuran tinja sapi murni dan air lebih cepat dibandingkan dengan kategori campuran Sampah organik : Air Tinja sapi.

Data mengenai keefisienan penggunaan bahan bakar untuk generator 1000 watt selama waktu operasional yaitu perbandingan antara bahan bakar bensin Murni : Biogas Murni dan BBMG , tekanan gas yang optimal untuk tiap kategori yang berbeda – beda. Data yang dihasilkan diperoleh dari hasil pengamatan dilapangan secara langsung. Penelitian ini dilakukan di Desa Kintelan Kecamatan Puri Kabupaten Mojokerto dan laboratorium Teknik Elektro guna memperoleh ata Keefisienan pembakaran dan penghematan bahan bakar, tekanan gas dan lama penggunaannya selama operasinal yang dihasilkan untuk tiap kategori yang berbeda-beda

Tabel 8. Hasil percobaan waktu operasional generator 1000 watt dengan BBM ,BBG , dan BBMG

No Percobaan	Bensin/liter	Biogas/KpA	Waktu (Menit)	Daya	
1	1	1 liter	0	83	1000 watt
	2	1 liter	0	86	1000 watt
	3	1 liter	0	88	1000 watt
2	4	1 liter	0.9	97	1000 watt
	5	1 liter	9.9	100	1000 watt
	6	1 liter	0.9	124	1000 watt
3	7		4	0	Tidak ada energi listrik
	8		4	0	Tidak ada energi listrik
	9		4	0	Tidak ada energi listrik

Data yang sudah berhasil dikumpulkan melalui kegiatan eksperimen pada penelitian ini adalah data mengenai pemurnian biogas yang dihasilkan untuk tiap kategori yang berbeda - beda. Data yang dihasilkan diperoleh dari hasil pengamatan dilapangan secara langsung. Penelitian ini

dilakukan di desa Kintelang kecamatan Puri Kabupaten Mojokerto guna memperoleh data penggunaan filtrasi Biogas yang keefisienan untuk pemurnian biogas untuk penggunaan pada mesin generator dan kompor gas dan pengawetan pada mesin.

Tabel 9. Efisiensi filtrasi bioga variable bebas

No	Perbandingan filtrasi	Efisiensi filtrasi	Tekanan gas (KpA)	Pembakaran pada mesin/kompor gas
1	Instalasi tanpa filtrasi	Gas campuran air dan sulfur	4	Kurang baik
2	Filtrasi tanpa air kapur	Gas mumi	4	Baik
3	Filtrasi + Air Kapur + Sulfurizer ( H <sub>2</sub> s )	Gas Murni	4	Lebih baik

Data yang di sajikan merupakan data gabungan untuk semua variasi Filtrasi yaitu Variasi (I): Biogas tanpa Filtrasi (II) : Biogas dengan filtrasi tanpa air kapur H (III): Biogas dengan Filtrasi + air kapur. Data yang di sajikan adalah data tentang tiap-tiap variasi filtrasi dimana data yang disajikan keefisienan dalam pemurnian biogas untuk mengurangi kandungan gas CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S dan bau yang terkandung dalam biogas yang diamati dengan proses pembakaran pada mesin dan kompor gas selama waktu operasional. Secara keseluruhan dari pengamatan untuk ketiga variasi. Didapatkan bahwa biogas dengan filtrasi + air kapur merupakan variasi filtrasi yang sangat efektif dan efisien untuk pemurnian biogas.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan tekanan gas dan waktu yang dibutuhkan sampai

dengan menghasilkan gas yang maksimal. Dan pernyataan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Tekanan gas dan waktu yang dibutuhkan sampai dengan menghasilkan gas yang maksimal terjadi pada variasi campuran tinja sapi moan : Air sebesar 2,7 KpA dalam waktu 4-7 hari atau 4 x 24 jam = 7x24 jam.
2. Tekanan gas yang dihasilkan digester dengan perbandingan campuran pada kategori yang berbeda – beda, menghasilkan tekanan gas yang berbeda – beda pula.
3. Pengolahan limbah peternakan sapi sangat bermanfaat secara ekonomis menghasilkan biogas sebagai bahan bakar dan komposting menjadi pupuk organik untuk pertanian. Bila kelebihan masyarakat bisa menjual sebagai pendapatan ekonomi sehari-hari.
4. Mesin duelfuel 1000 watt yang dirancang lebih efektif untuk

- pengunaan bahan BBMG untuk masyarakat di pedesaan ditinjau secara ekonomis biogas masyarakat bisa memproduksi biogas sendiri dan proses pembakarannya lebih lama dan penghematan bahan bakar bensin (BBM) 0.60 liter/jam selama operasional.
5. Komposisi bahan baku biogas berpengaruh terhadap produksi biogas.
  6. Komposisi dengan campuran biogas tinja 50 % : air 50 % dapat menghasilkan biogas yang paling baik sebesar 2,7 KpA selama 168 jam.
  6. Campuran bahan baku bensin 1 liter : biogas 0,9 KpA menghasilkan energi listrik yang paling baik ditandai dengan dapat menyalakan lampu 1000 watt selama 124 menit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonymus , *International Symposium and Industrialization Forum on Biogas Chengdu - 2008*
- Anonymus , *JDC GREEN ENERGY POWER*
- Anonymus , *WaZer Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Ala Mahasiswa ITS Alkholif Muhammad, Skripsi FTSP -UNIPA 2009*
- Budi Prijo Sembodo , Setyo purwoto , Rusdianto *Rancangan Bangun Genset menggunakan energy biogas (Fak. Tek. Industri Unipa 2009)*
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kaltim , *Pemanfatan Limbah ternak sapi menghasilkan Biogas , Pupuk dan Pakan*
- Direktorat Jendral Pertanian , *Teknologi Bioenergi 2006.*
- Jianan , Mr , *Puxin Sience Tecnology-Chenze 2008*
- Kadin Abdul, *Energi , Sumber daya , Inovasi , Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi* Larry D. Benefield, *Biological Process Design fbr wastewater treatment*
- Aburun University Clifford W.Randell Virgin Polytechnik and State Universiy (hal. 259)*
- www: Unsa ac. id. *Sejarah Teknologi Biogas*