

## PENGARUH VARIASI KONVERTER BIOGAS TERHADAP UNJUK KERJA PADA MESIN GENSET BERKAPASITAS 1200 WATT

**Ketut Catur Budi Artayana<sup>1)</sup>, I Gusti Bagus Wijaya Kusuma<sup>2)</sup> dan I Wayan Bandem Adnyana<sup>3)</sup>.**

Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana  
Kampus Sudirman, Denpasar Bali  
Email : catur.artayana@yahoo.com

**Abstrak:** Bahan bakar biogas juga dapat digunakan sebagai energi pembangkit genset akan tetapi belum mencapai batas optimal disebabkan oleh terjadinya kebocoran yang terjadi pada proses kerja karburator. penelitian ini yaitu unjuk kerja mesin pembangkit listrik (genset) berbahan bakar bensin, dengan membuat suatu konverter yang dapat berfungsi sebagai pengganti karburator, sebagai tempat pencampuran antara udara dengan bahan bakar biogas, dan memvariasikan tekanan pada saluran keluar penampung biogas, menggunakan diameter saluran udara masuk pada konverter yang paling sesuai. Variasi diameter saluran udara yang digunakan adalah 0,3cm, 0,4cm, 0,6cm, 0,8cm, 1,0cm, 1,2cm dan laju aliran massa biogas 0,200 kg/jam sampai 1,2 kg/jam menggunakan beban lampu 100watt hingga 400watt. Dari hasil penelitian mendapatkan model pembuatan konverter dengan variasi laju aliran massa terbaik 0,800 kg/jam dan ukuran 0,3 diameter saluran penampung udara masuk pada konverter hingga dapat menghemat pemakaian bahan bakar biogas mencapai 31% dibandingkan bahan bakar premium.

**Kata kunci :** konverter, variasi diameter saluran udara, Variasi laju aliran massa biogas.

***Abstract:** Biogas fuel can also be used to as generator set generating energy, however it has not been optimally enhanced as leak occurred during the tool operating process. The research was aimed at showing the engine performance using premium by making converter functioning to teplace carburator, i.e. a space where air and biogas are mixed to vary pressure on exhauster outlet by using the most appropriate diameter of air ways entering the converter. The air way diameter varied from 0,3 cm, 0,4 cm, 0,6 cm, 0,8 cm, 1,0 cm and 1,2 cm, and biogas mass flow rate ranged from 0,200 kg/h up to 1,2 kg/h using the load 100 Watt until 400 Watt. It was obtain a converter making model with the best mass flow of 0,800 kg/h with diameter of air channel entering the converter 0,3 mm which could save the use of biogas fuel until 31% being compared the use of premium.*

***Keywords:** Converter, air duct diameter variation, variation of mass flow rate of biogas.*

### I. Pendahuluan

#### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi yang semakin meningkat namun tidak disertai dengan ketersediaan sumber energi yang memadai. Kenaikan harga bahan bakar khususnya bahan bakar fosil yang diakibatkan oleh semakin berkurangnya cadangan minyak dunia menuntut semua kalangan untuk menemukan dan mencari serta mengkaji sumber energi lain. Seperti yang kita ketahui, potensi sumber daya alam yang dapat dikembangkan adalah batu bara, panas bumi,

aliran sungai, angin, matahari, sampah serta sumber-sumber lain yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti pohon jarak dan pemanfaatan kotoran ternak (sapi) sebagai bahan penghasil energi alternatif (biogas).

Salah satu sumber energi alternatif itu adalah biogas, gas ini berasal dari berbagai macam limbah organik seperti sampah biomassa, kotoran manusia, kotoran hewan yang dapat dimanfaatkan melalui proses anaerobik. Biogas adalah campuran dari beberapa gas, yang tergolong bahan bakar gas

yang merupakan hasil fermentasi dari bahan organik, gas yang dominan adalah gas metana (CH<sub>4</sub>) dan gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Biogas rata-rata mengandung CH<sub>4</sub> berkisar antara (50-70%), selain itu terdapat beberapa senyawa yang dihasilkan yang sifatnya dapat menurunkan kualitas biogas seperti CO<sub>2</sub> (25-45%), dan sejumlah kecil hidrogen (H<sub>2</sub>), Nitrogen (N<sub>2</sub>), hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), uap air (H<sub>2</sub>O) dan beberapa unsur lain dalam jumlah kecil.

Penggunaan biogas sudah banyak dilakukan, tetapi umumnya digunakan sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah untuk keperluan memasak pada skala rumah tangga. Bahan bakar biogas juga dapat digunakan untuk bahan bakar genset akan tetapi belum mencapai batas optimal disebabkan oleh terjadinya kebocoran yang terjadi pada proses kerja karburator genset. Oleh karena itu, selanjutnya akan dilanjutkan di dalam penelitian ini yaitu unjuk kerja mesin pembangkit listrik (genset) berbahan bakar bensin, dengan membuat suatu konverter yang dapat berfungsi sebagai pengganti karburator sebagai tempat pencampuran antara udara dengan biogas, dan memvariasikan tekanan pada saluran keluar penampung biogas, menggunakan diameter saluran udara masuk pada konverter yang paling sesuai. Sehingga nantinya dapat memungkinkan penggunaan biogas sebagai bahan bakar alternatif pada genset.

## II. Studi Pustaka

### 2.1 Biogas

Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik yang terjadi pada material-material yang dapat terurai secara alami dalam kondisi anaerobik. Bahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas yaitu seperti biomassa (bahan organik bukan fosil), kotoran, sampah padat hasil aktivitas perkotaan dan lain-lain. Akan tetapi, biogas biasanya dibuat dari kotoran ternak seperti kerbau, sapi, kambing, kuda dan lain – lain. Kandungan utama dari biogas adalah gas metana (CH<sub>4</sub>) apabila terjadi proses pembakaran akan menghasilkan energi panas yang dapat dikembangkan pemanfaatannya untuk teknologi tertentu.

Proses pembuatan biogas dilakukan secara fermentasi yaitu proses terbentuknya gas metana dalam kondisi anaerob dengan bantuan bakteri anaerob di dalam suatu digester sehingga akan dihasilkan gas metana (CH<sub>4</sub>) dan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang volumenya lebih besar dari gas hidrogen (H<sub>2</sub>), gas nitrogen (N<sub>2</sub>) dan asam sulfida (H<sub>2</sub>S). Proses fermentasi memerlukan waktu 7 sampai 10 hari untuk menghasilkan biogas dengan suhu optimum 35 °C dan pH optimum pada range 6,4 – 7,9. Bakteri pembentuk biogas yang digunakan yaitu bakteri anaerob seperti *Methanobacterium*,

*Methanobacillus*, *Methanococcus* dan *Methanosarcina*

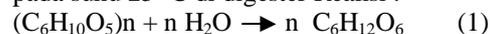
Biogas yang dibuat dari kotoran hewan lebih sering dipilih sebagai bahan pembuat biogas, jenis dari kotoran ternak sapi mengandung gas metana (CH<sub>4</sub>) sebesar 55 – 65 %, gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebesar 30 – 35 % dan sedikit gas hidrogen (H<sub>2</sub>), gas nitrogen (N<sub>2</sub>) dan juga memiliki keseimbangan nutrisi yang baik relative dapat diproses secara biologi.

Pada dasarnya teknik pembuatan biogas sangat sederhana dengan cara memasukkan kotoran ternak sapi ke dalam pembangkit biogas yang disebut digester. Pada digester terjadi proses penguraian material organik yang terjadi secara anaerob (tanpa oksigen). Pada umumnya, biogas dapat terbentuk pada hari ke 4 – 5 setelah digester diisi dan mencapai puncak pada hari ke 20-25. Dengan pemanfaatan biodigester dapat mengurangi emisi gas metan (CH<sub>4</sub>) yang dihasilkan pada komposisi bahan organik yang diproduksi dari sector peternakan karena kotoran sapi tidak dibiarkan terdekomposisi secara terbuka melainkan difermentasi menjadi energi gas bio.

Reaksi kimia pembuatan biogas (gas metana) ada 3 tahap, yaitu :

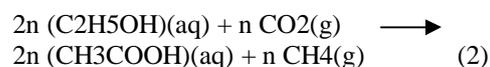
#### 1. Reaksi Hidrolisa / Tahap pelarutan

Pada tahap ini bahan yang tidak larut seperti selulosa, polisakarida dan lemak diubah menjadi bahan yang larut dalam air seperti karbohidrat dan asam lemak. Tahap pelarutan berlangsung pada suhu 25° C di digester Reaksi :



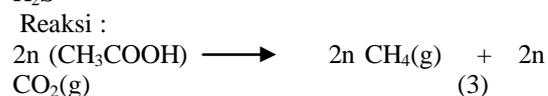
#### 2. Reaksi Asidogenik / Tahap pengasaman

Pada tahap ini, bakteri asam menghasilkan asam asetat dalam suasana anaerob. Tahap ini berlangsung pada suhu 25°C di digester Reaksi :



#### 3. Reaksi Metanogenik / Tahap gasifikasi

Pada tahap ini, bakteri metana membentuk gas metana secara perlahan secara anaerob. Proses ini berlangsung selama 14 hari dengan suhu 25°C di dalam digester. Pada proses ini akan dihasilkan 70% CH<sub>4</sub>, 30 % CO<sub>2</sub>, sedikit H<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S



## 2.2 Pemanfaatan Biogas

Biogas atau metana dapat digunakan seperti gas alam, manfaat dari pembuatan biogas dari kotoran ternak sapi dapat mengganti *fuel* seperti LPG atau natural gas, dimana 1,7 m<sup>3</sup> biogas setara dengan 1 liter *gasoline*. Pupuk sapi yang dihasilkan dari satu sapi dalam satu tahun dapat dikonversi menjadi gas metana yang setara dengan lebih dari 200 liter *gasoline*. Gas yang dihasilkan dapat digunakan untuk sumber energi menyalakan lampu, dimana 1 m<sup>3</sup> biogas dapat digunakan untuk menyalakan lampu 60 Watt selama 7 jam. Hal ini berarti bahwa 1 m<sup>3</sup> biogas menghasilkan energi = 60 W x 7 jam = 420 Wh = 0,42 kWh.

Tujuan utama pembuatan biogas adalah untuk mengisi kekurangan atau mensubstitusi sumber energi alternatif sebagai bahan bakar keperluan rumah tangga, terutama untuk memasak dan lampu penerangan. Selain itu dapat digunakan untuk menjalankan generator untuk menghasilkan listrik (genset) dan menggerakkan motor bakar.

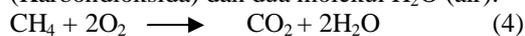
Biogas mengandung berbagai macam zat, baik yang terbakar maupun yang dapat dibakar. Seperti terlihat pada Tabel 1 walaupun kandungan kalornya relative rendah dibanding dengan gas alam, butana dan propana, tetapi masih lebih tinggi dari gas batubara. Selain itu biogas ramah lingkungan, karena sumber bahannya memiliki rantai karbon yang lebih pendek dibandingkan dengan minyak tanah, sehingga gas CO yang dihasilkan relatif lebih sedikit.

**Tabel 2.1.** Perbandingan nilai kalor biogas

Jenis Gas	Nilai Kalor (joule/cm <sup>3</sup> )
Gas batubara	16.7-18.5
Gas bio	20-26
Gas metana	33.2-39.6
Gas alam	38.9-81.4
Gas propane	81.4-96.2
Gas butana	103.3-125.8

Nilai kalori biogas tergantung pada komposisi metana dan karbondioksida, dan kandungan air di dalam gas. Gas mengandung banyak kandungan air akibat dari temperatur pada saat proses, kandungan air pada bahan dapat menguap dan bercampur dengan metana. Pada biogas dengan kisaran normal yaitu 60-70% metana dan 30-40% karbondioksida, nilai kalori antara 20 – 26 J/cm<sup>3</sup>. Komponen utama biogas adalah gas metana (54–57%) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yakni

sebesar 27–45% yang merupakan hidrokarbon paling sederhana berbentuk gas. Gas metana dapat timbul dari proses fermentasi anaerobik (tanpa udara) dari bahan organik seperti limbah kotoran. Pembakaran satu molekul metana dengan oksigen akan melepaskan satu molekul CO<sub>2</sub> (Karbendioksida) dan dua molekul H<sub>2</sub>O (air).



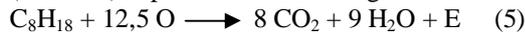
Dalam pemanfaatannya, kandungan gas dalam biogas yang paling bisa dimanfaatkan adalah kandungan gas metana (CH<sub>4</sub>). Karena CH<sub>4</sub> ini mempunyai nilai panas/kalor yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Untuk gas metana murni (100%) mempunyai nilai kalor 8900 kkal/m<sup>3</sup>. Hal inilah yang menjadi dasar penulis untuk mengembangkan penelitian tentang teknologi pemanfaatan kandungan metana (CH<sub>4</sub>) pada biogas menjadi bahan bakar pengganti bensin pada generator listrik (genset).

Namun demikian, untuk bisa mengoptimalkan nilai kalor/panas yang terdapat dalam biogas sebelum dijadikan bahan bakar pengganti bensin pada genset, tentu kemurnian dari CH<sub>4</sub> itu sendiri perlu menjadi pertimbangan yang sangat penting. Dalam hal ini unsur yang berpengaruh terhadap nilai kalor/panas adalah CO<sub>2</sub>. Keberadaan CO<sub>2</sub> dalam gas CH<sub>4</sub> sangat tidak diinginkan, hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar CO<sub>2</sub> dalam CH<sub>4</sub> maka nilai kalor dari CH<sub>4</sub> tersebut akan semakin rendah. Disamping itu terdapat unsur H<sub>2</sub>O dan unsur H<sub>2</sub>S yang bersifat korosif yang tentunya juga akan sangat berpengaruh terhadap proses pembakaran. Oleh karena itu, sudah dilakukan sebelumnya teknik pemurnian gas CO<sub>2</sub> di dalam biogas dengan teknik absorpsi menggunakan absorben Ca(OH)<sub>2</sub> dan NaOH, dengan merancang dan membuat suatu instalasi pemurnian biogas, sehingga nantinya didapatkan kualitas biogas yang lebih baik yang mempunyai tingkat kemurnian CH<sub>4</sub> yang tinggi yang tentunya sangat berpengaruh terhadap peningkatan nilai kalor/panas dari biogas itu sendiri sehingga pada pengaplikasian unjuk kerja biogas sebagai bahan bakar pengganti bensin pada genset nantinya dapat lebih optimal.

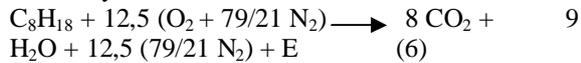
## 2.3. Konsep Pengerjaan Konverter (Berdasarkan Rasio Udara dengan Bahan Bakar)

Secara umum, proses pembakaran pada motor bensin dapat dibedakan menjadi dua, yaitu pembakaran sempurna (normal) dan pembakaran tidak sempurna. Pembakaran normal pada motor bensin terjadi ketika terjadi loncatan bunga api listrik oleh busi di dalam ruang bakar, sehingga api tersebut membakar campuran bahan bakar dan udara yang berada di sekelilingnya lalu menjalar keseluruh bagian hingga semua campuran bahan bakar dan udara habis terbakar. Proses pembakaran sempurna

secara teoritis dari suatu bahan bakar bensin (isooktan) dapat direaksikan sebagai berikut:

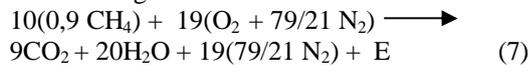


Namun dalam praktiknya, karena udara mengandung ± 21 % O<sub>2</sub> dan ± 79% N<sub>2</sub> maka reaksi pembakaran tersebut yaitu:



Dari hasil reaksi tersebut, maka untuk dapat membakar satu mol (1 mol) bahan bakar, diperlukan 12,5 mol udara kemudian dihasilkan 8 mol CO<sub>2</sub>, 9 mol H<sub>2</sub>O, dan 12,5 (79/21 N<sub>2</sub>) dan energi.

Adapun rasio udara dengan bahan bakar untuk bahan bakar biogas adalah merupakan senyawa methane (CH<sub>4</sub>). Kandungan methane pada biogas yang telah dimurnikan adalah 90%. Secara kimia, reaksi pembakaran biogas dengan udara adalah sebagai berikut:



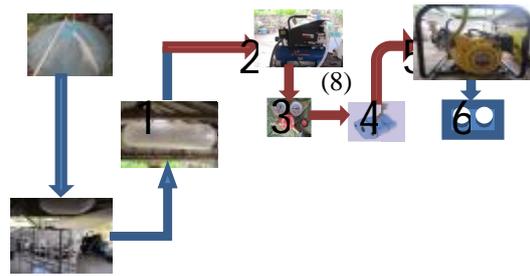
### III. Metode Penelitian

#### 3.1 Langkah-langkah perancangan

Adapun langkah-langkah pembuatan model sistem distribusi bahan bakar biogas sebagai berikut :

1. Melakukan perhitungan desain dari konverter biogas
2. Menggambar sketsa pembuatan model konverter Biogas
3. Memilih bahan dan membuat konverter biogas, dan memasan intake manifold dan alat pengganti karburator konvensional seperti skep gas yang mengambil sistem kerja karburator konvensional.
4. Pemasangan konverter , intake manifold yang menjadi satu dengan skep gas sebagai pengganti karburator konvensional disertai pemasangan selang gas dan dilakukan juga pemasangan regulator yang sudah terpasang selang, keran ke tabung gas hasil pemurnian kemudian dialirkan gas.
5. Memvariasikan saluran udara dari 3mm, 4mm, 6mm, 8mm, 10mm, 12mm.
6. Hidupkan genset dan pastikan alat dapat bekerja, setelah memvariasikan laju saluran udara kemudian dilakukan variasi laju aliran massa biogas, sehingga selesai dengan membiarkan genset hidup pada posisi idle mencapai tegangan 220 volt dengan toleransi ± 5%.

#### 3.2 Alat dan Bahan



Keterangan Gambar 3.1 :

1. Hasil Pemurnian dialirkan menuju plastik penyimpanan/bag
2. Kompresor
3. Pengatur Tekanan
4. Converter Biogas
5. Genset
6. Beban Lampu Listrik

### 3.3 Analisis Data

Perhitungan performansi genset sangat penting dilakukan karena akan menentukan nilai ekonomis genset yang menjadi faktor yang sangat penting untuk mengetahui kelayakan dari genset tersebut.

Perencanaan instalasi pembangkit daya secara ekonomis sangat berpengaruh pada efisiensi dari konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) yang dapat dihitung dengan rumus:

*Consumption* (kg/jam) =

$$\frac{\text{Jumlah pemakaian bahan bakar (kg)}}{\text{Waktu (jam)}} \quad (8)$$

Daya *output* mesin merupakan daya yang dihasilkan oleh mesin dimana besarnya sama dengan daya yang dihasilkan oleh generator dibagi dengan efisiensi genset. Daya *output* dapat dihitung sebagai berikut :

Daya output mesin (kW) =

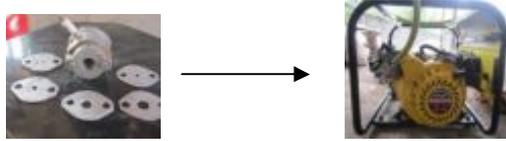
$$\frac{\text{Daya Genset (Watt)}}{\text{Efisiensi Genset} \times 1000} \quad (9)$$

*Specific Fuel Consumption (SFC)* adalah jumlah konsumsi bahan bakar yang digunakan pembangkit daya untuk menghasilkan daya listrik setiap jamnya. *Specific Fuel Consumption (SFC)* dapat dihitung dengan rumus :

$$SFC \text{ (kg/kWh)} = \frac{\text{Fuel consumption } \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam}}\right)}{\text{Daya output (kW)}} \quad (10)$$

**IV. Hasil dan Pembahasan**

**4.1 Pemasangan konverter pada genset**



**Gambar 4.1** Pemasangan konverter pada genset

**4.2 Data Hasil Penelitian**

Berikut ini adalah data besarnya waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar premium sebanyak 100 gram dengan menggunakan karburator konvensional standar beserta tegangan output yang dihasilkan seperti

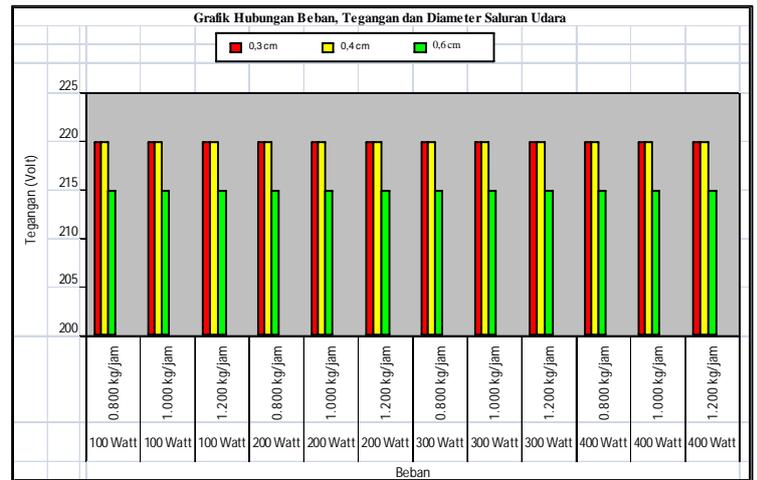
**Tabel 4.1.** Data Pengujian untuk Bahan Bakar Premium.

Beban (Watt)	1		2		Rata-Rata Waktu (detik)
	Tegangan volt	Waktu (detik)	Tegangan (volt)	Waktu (detik)	
100	220	1470	220	1473	1471
200	220	1292	220	1231	1272
300	220	1163	220	1163	1162
400	220	1079	220	1082	1081

**Tabel 4.2** Konsumsi Bahan Bakar, Daya Output Mesin, SFC Bahan Bakar Premium

Daya Genset (Watt)	Fuel Consumption (gr/dt)	Daya Output Mesin (kW)	SFC (kg/kWh)
100	0,068	0,111	2,205
200	0,078	0,222	1,274
300	0,086	0,333	0,930
400	0,092	0,444	0,750

Dari data hasil penelitian dan pengolahan data di atas maka dapat dikaji Dari tabel 4.3 dapat dibuatkan **Gambar 4.2** grafik hubungan beban, tegangan yang dihasilkan dan diameter saluran udara bahan bakar biogas sebagai berikut :



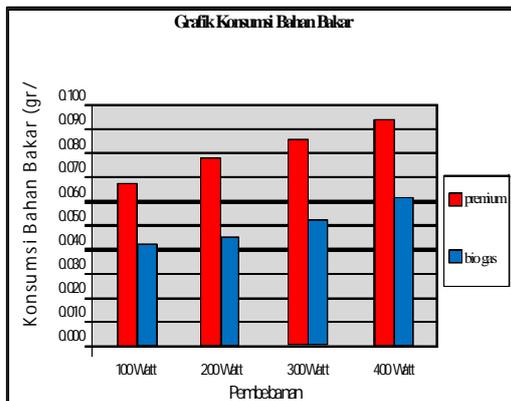
**Gambar 4.2** Grafik hubungan beban dan tegangan

**Tabel 4.3** Konsumsi Bahan Bakar, Daya Output Mesin, SFC Bahan Bakar Biogas

Daya Genset (Watt)	Diameter saluran udara (cm)	Laju Aliran Massa Biogas (kg/jam)	Fuel Consumption (gr/dt)	Daya Output Mesin (kW)	SFC (kg/kWh)
100	0,3	0,800	0,037	0,111	1,118
		1000	0,041	0,111	1,345
		1200	0,045	0,111	1,466
	0,4	0,800	0,042	0,111	1,388
		1000	0,044	0,111	1,451
		1200	0,047	0,111	1,549
	0,6	0,800	0,047	0,111	1,548
		1000	0,050	0,111	1,632
		1200	0,058	0,111	1,881
200	0,3	0,800	0,040	0,222	0,657
		1000	0,045	0,222	0,733
		1200	0,058	0,222	0,946
	0,4	0,800	0,045	0,222	0,742
		1000	0,053	0,222	0,870
		1200	0,067	0,222	1,101
	0,6	0,800	0,051	0,222	0,827
		1000	0,054	0,222	0,887
		1200	0,074	0,222	0,827
300	0,3	0,800	0,047	0,333	0,518
		1000	0,057	0,333	0,623
		1200	0,070	0,333	0,758
	0,4	0,800	0,052	0,333	0,571
		1000	0,058	0,333	0,636
		1200	0,079	0,333	0,864
	0,6	0,800	0,060	0,333	0,656
		1000	0,063	0,333	0,685
		1200	0,067	0,333	0,752
400	0,3	0,800	0,054	0,444	0,439
		1000	0,062	0,444	0,504
		1200	0,072	0,444	0,590
	0,4	0,800	0,061	0,444	0,498
		1000	0,067	0,444	0,548
		1200	0,079	0,444	0,646
	0,6	0,800	0,064	0,444	0,525
		1000	0,074	0,444	0,605
		1200	0,087	0,444	0,709

**4.2.1 Konsumsi Bahan Bakar Premium dan Biogas**

Dari tabel 4.2 dan tabel 4.3 dapat dibuatkan grafik konsumsi bahan bakar dari beban 100 Watt sampai dengan 400 Watt berikut ini:

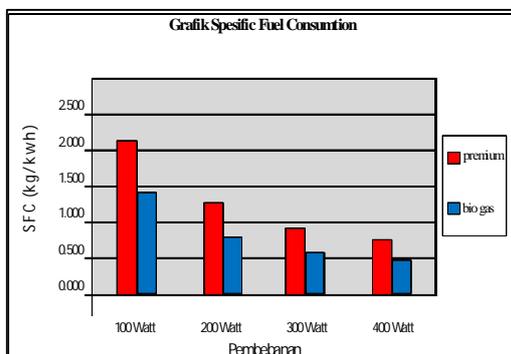


**Gambar 4.3** Grafik Hubungan Konsumsi Bahan Bakar dengan Pembebanan.

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa semakin besar pembebanan yang diberikan maka konsumsi bahan bakarnya semakin meningkat, karena disebabkan meningkatnya daya listrik yang dihasilkan dibutuhkan energi bahan bakar yang lebih tinggi. Untuk dapat meningkatkan laju aliran massa dari bahan bakar juga harus ditingkatkan.

**4.2.2 SFC Bahan Bakar Premium dan Biogas**

Dari tabel 4.2 dan tabel 4.3 dapat dibuatkan grafik konsumsi bahan bakar dari beban 100 Watt sampai dengan 400 Watt berikut ini:



**Gambar 4.4** Grafik Hubungan SFC dengan pembebanan

Dari grafik di atas terlihat bahwa semakin besar pembebanan listrik yang diberikan maka besarnya pemakaian bahan bakar spesifik semakin kecil. Semakin kecil SFC maka semakin efisien bahan bakar yang dikonsumsi. SFC bahan bakar premium untuk masing-masing beban adalah lebih besar dibandingkan dengan SFC bahan bakar biogas.

**4.3 Pembahasan**

**4.3.1 Perinsip Kerja Variasi Diameter Konverter Biogas**

Konverter merupakan peralatan yang digunakan sebagai pencampur udara dengan bahan bakar biogas sebelum memasuki ruang bakar atau sebagai alat pengganti karburator berbahan bakar premium. Bila digunakan karburator standar maka akan banyak terjadi kebocoran sehingga menyebabkan pemborosan bahan bakar, Oleh karena itu, maka akan sangat berbahaya bila terjadi kebocoran.

Konverter sebagai alat pengganti dari karburator pada prosesnya menggunakan variasi laju aliran bahan bakar biogas dan diameter saluran udara. Biogas yang digunakan merupakan hasil dari pemurnian sebelumnya dengan persentasi biogas mencapai 90%. Pada saat penelitian laju aliran massa biogas sering kali berubah ubah sehingga menyebabkan unjuk kerja dari genset kurang maximum, dengan menggunakan kompresor dan diatur tekanan keluarannya dengan menggunakan regulator atau ball valve sehingga laju alir dari biogas yang masuk pada konverter menjadi konstan. Tekanan laju aliran massa biogas yang konstan dan kontinyu akan memberikan hasil terbaik dari proses pembakaran pada unjuk kerja genset.

**4.3.2 Pengaruh Variasi Diameter Saluran Udara dan Laju Aliran Massa Bahan Bakar terhadap Tegangan.**

Di dalam proses penggunaan variasi dan laju aliran massa merupakan hal yang paling penting selain konverter. Dari Grafik 4.2 terlihat bahwa dengan diameter saluran udara sebesar 0,6 cm yang hanya bisa memberikan tegangan output 215 Volt.

Diameter saluran udara sebesar 0,3cm yang dapat memberikan tegangan output hingga

220 Volt pada semua beban dan semua laju aliran massa biogas. Hal ini berarti diameter saluran udara 0,3 cm dapat memberikan massa udara yang akan bercampur dengan bahan bakar atau dapat menghasilkan pembakaran yang mendekati reaksi pembakaran stokiometri. Jadi diameter saluran udara 0,3 cm merupakan saluran diameter udara terbaik yang bias digunakan pada semua beban listrik yang diberikan.

Dari Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa laju aliran massa 0,200 kg/jam sampai dengan 0,600 kg/jam genset tidak biasa hidup. Hal ini disebabkan oleh laju aliran massa bahan bakar biogas yang bercampur dengan udara sangat sedikit sehingga tidak dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna atau mendekati stokiometri. Laju aliran massa terbaik adalah sebesar 0,800 kg/jam dikarenakan laju aliran massa ini dapat bekerja pada semua beban dan dengan konsumsi bahan bakar biogas terhemat. Oleh karena itu, diameter saluran udara sebesar 0,3 cm dan laju aliran 0,800 kg/jam akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya sebagai perbandingan bahan bakar premium.

#### 4.3.3 Hasil Analisis Konsumsi Bahan Bakar Premium dan Biogas

Dari beberapa hasil penelitian diatas dilihat dari grafik 4.3 dan grafik 4.4 jika dihitung dari penghematan konsumsi bahan bakar beban 100 Watt sampai 400 Watt maka akan meningkatkan konsumsi bahan bakar yang dan SFC. Hal ini disebabkan oleh meningkatkan daya listrik yang dihasilkan dibutuhkan energi bahan bakar yang lebih tinggi. Pada beban yang sama konsumsi bahan bakar dan SFC bahan bakar premium lebih besar dibandingkan dengan Biogas. Konsumsi bahan bakar dan SFC bahan bakar biogas lebih efisien mencapai 31% dibandingkan premium. Hal ini disebabkan oleh bahan bakar biogas mempunyai tingkat kompresitas yang lebih tinggi untuk setiap satuan massa bahan bakarnya sehingga untuk dapat menghasilkan jumlah energi yang sama diperlukan bahan bakar premium yang melebihi bahan bakar biogas.

## V. Simpulan

Dari uraian di atas, maka dapat ditarik simpulan dari Pengaruh variasi laju aliran massa keluar saluran penampang biogas menggunakan diameter saluran udara masuk pada konverter yang paling sesuai, dan membuat suatu mekanisme konverter sebagai pengganti karburator pada genset yang memungkinkan penggunaan biogas sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar premium telah tercapai yaitu : mendapatkan model pembuatan konverter dengan variasi laju aliran massa terbaik 0,800 kg/jam dan ukuran 0,3 diameter saluran penampang udara masuk pada konverter hingga dapat menghemat pemakaian bahan bakar biogas mencapai 31% dibandingkan bahan bakar premium.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Amaru, K. 2004. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Biodigester Plastik Polythylene Skala Kecil. Universitas Padjajaran.
- [2.] Andri, C. K. dan Hadiyanto. 2000. Absorpsi Gas Karbondioksida Dengan Larutan Soda Api Dalam Kolom Unggun Tetap. *Forum Teknik*. Jilid 24. No. 2.
- [3.] Harasmowicz, M., P. Orluk, G. Zakrzewska-Trznadel and A.G. Chmielewski, Application of Polyimide Membranes for Biogas Purification and Enrichment, *Journal of Hazardous Materials*, 2007, vol. 144, pp. 698 – 702.
- [4.] Horikawa, M.S., Rossi, F., Gimenes, M. L., Costa, C. M. M. and Da-Silva, M. G. C. 2004. Chemical Absorption of H<sub>2</sub>S for Biogas Purification. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 21 (03). P. 415-422.
- [5.] Kusrijadi, A., Triyono, B. dan Riswanda. 2009. Proses Brazing Cu-Ag Berbahan Bakar Biogas Termurnikan. *Jurnal Pengajaran MIPA*. Vol. 14. No. 2. Oktober. ISSN : 1412-0917.
- [6.] Lestella, G., Testa, C., Cornacchia, G., Notornicole, M., Voltasio, F. and Sharma, V. K. 2002. Anaerobic

- Digestion of Semi-Solid Organic Waste: *Biogas Production and its Purification Energy Conversion and Management*. Vol. 43. Issue I. PP. 63-75.
- [7.] Mayasari, H. D., Riftanto, I. M., Nur`aini, L. dan Ariyanto, M. R. 2010. Pembuatan Biodigester Dengan Uji Coba Kotoran Sapi Sebagai Bahan Baku. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- [8.] Price, E. C. and Cheremisinoff, P. N. 1981. *Biogas Production and Utilization Ann Arbor Science Publishers, Inc. United States of America.*
- [9.] Purnomo, J. 2009. Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Biogas. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- [10.] Simamora, S. 1989. *Pengolahan Limbah Peternakan (Animal Waste Management). Teknologi Energi Biogas. Bogor : Fakultas Politeknik Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bekerjasama Dengan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah. Departemen P dan K.*
- [11.] Tjokrowisastro Harmadi E. Ir. ME. Dan Widodo B.U. Ir.ME. *“Teknik pembakaran Dasar dan Bahan Bakar,”* ITS, Surabaya, 1990.
- [12.] USU digital library, Tinjauan Pengembangan Bahan Bakar Gas Sebagai Bahan Bakar Alternatif. © 2002 digitized by USU digital library.
- [13.] Widodo, TW, Anna N, A. Asari, Elita R dan Astu U. 2005. Pengembangan teknologi biogas untuk memenuhi kebutuhan energi di pedesaan. Dalam Agung H., Sardjono, TW Widodo, P Nugroho dan Cicik S. Proc. Seminar Nasional Bioenergi dan Mekanisasi Pertanian untuk Pembangunan Industri Pertanian. Bogor, 2005.
- [14.] Wellinger, A. and A. Lindeberg, *Biogas Upgrading and Utilization – IEA Bioenergy, Task 24, International Energy Association, France, 2000, pp.20.*