

# Mengubah (*Converting*) Genset Bensin Menjadi Fleksibel *Fuels* (Biogas, LPG, Bensin)

David Lie, Tjokorda Gde Tirta Nindhia, dan I Wayan Surata  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Kebutuhan energi listrik adalah salah satu energi pokok yang harus ada pada zaman sekarang. Salah satu pemanfaatan biogas yaitu menjadi bahan bakar untuk menghidupkan genset agar dapat mensuplai listrik. Biogas yang diproduksi dari sistem pertanian terintegrasi khususnya di Bali biasanya hanya di manfaatkan untuk memasak saja, namun dengan adanya genset yang sudah ada di masyarakat yang pada umumnya berbahan bakar bensin, dapat kita rubah menjadi fleksibel fuels dengan cara menambahkan mixer fleksibel fuels dan rangkaian selenoid valve agar genset ini dapat berfungsi dengan menggunakan 3 bahan bakar berbeda yaitu biogas, LPG, dan juga bensin. Metode yang digunakan untuk pengujian ini adalah dengan menguji konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang dihasilkan pada setiap bahan bakar, dengan di tambahkan variasi pada bahan bakar biogas yang dimurnikan dari gas pengotor  $H_2S + H_2O + CO_2$  dan biogas yang hanya di murnikan dari  $H_2S + H_2O$  saja. Terdapat juga variasi beban yang diterima genset sebesar 300 watt dan tanpa adanya beban untuk melihat bagaimana konsumsi bahan bakar dan emisi gas buangnya. Untuk emisi gas buang yang dihasilkan, biogas yang di murnikan oleh  $H_2S + H_2O + CO_2$  dengan tanpa adanya pembebanan mendapat hasil CO 0 % dan HC 0 ppm dan jika diberikan beban sebanyak 300 watt dengan menggunakan bahan bakar yang sama, hasil yang di peroleh CO sebesar 0,003% dan HC sebesar 15,56 ppm.

Kata kunci: Biogas, LPG, Bensin, Genset Fleksibel Fuels.

## Abstract

The need for electricity is one of the main energies that must be present today. One of the uses of biogas is to become a fuel to turn on the generator to be able to supply electricity. Biogas produced from an integrated farming system especially in Bali is usually only used for cooking, but with a generator set that is already in the society which is generally fuel is gasoline, we can change it to flexible fuels by adding mixer flexible fuels and selenoid valve. so that this generator can function by using 3 different fuels that is biogas, LPG, and also gasoline. The method used for this test is to test fuel consumption and exhaust emissions produced on each fuels, with variations added on purified biogas from impurity gases  $H_2S + H_2O + CO_2$  and purified biogas from  $H_2S + H_2O$  only. There is also a variation of the load received by a generator of 300 watts and without the load to see how fuels consumption and exhaust emissions. For the exhaust emissions produced, biogas purified by  $H_2S + H_2O + CO_2$  with no loading gets CO 0% and HC 0 ppm and if given a load of 300 watts using the same fuel, the results getting by CO amounting to 0.003% and HC at 15.56 ppm.

Keywords: Biogas, LPG, Gasoline, Generator-set Flexible Fuels.

## 1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, pencemaran lingkungan dan penipisan sumber daya energi telah diakui sebagai isu global yang semakin mendesak, dan pentingnya mengurangi emisi berbahaya [1]. Bahan bakar minyak yang jumlahnya semakin menipis, selama tahun 2011 total pasokan energi primer Indonesia sebesar 1686.4 juta SBM (Setara Barel Minyak) jumlah ini meningkat menjadi 15%. Jika dibandingkan dengan jumlah energi primer pada tahun sebelumnya yaitu sebesar 2,8 % atau setara dengan 1112.1 juta SBM (Setara Barel Minyak) [2]

Sebagai konsekuensinya maka suatu keharusan untuk mencari sumber lain. Salah satu alternatif yaitu pemanfaatan *renewable energy* atau energi yang dapat diperbaharui dan digunakan untuk

menggantikan pemakaian bahan bakar minyak atau gas alam (*fossil fuels*). Setelah krisis energi minyak di era tahun 70-an, beberapa negara telah memulai program pengembangan teknologi *renewable energy* guna menurunkan ketergantungan akan impor bahan bakar minyak [3].

Biogas merupakan salah satu jenis energi baru terbarukan (*renewable energy*) yang terbentuk melalui proses fermentasi bahan-bahan limbah organik, seperti kotoran ternak, sampah organik, serta bahan-bahan lainnya oleh bakteri metanogenik dalam kondisi *anaerob* (tanpa oksigen). Secara umum teknologi biogas dapat mengatasi permasalahan melimpahnya kotoran ternak yang tidak dapat di kelola [4].

Dan juga kebutuhan energi listrik hampir menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat modern di Indonesia. Hal ini dikarenakan energi listrik termasuk salah satu jenis energi yang mampu dirubah menjadi energi lain dan banyak membantu kegiatan sehari-hari [5]. Dengan demikian, salah satu pemanfaatan Biogas adalah dengan menjadikan biogas sebagai bahan bakar untuk menghasilkan listrik dari sebuah generator set (genset).

Untuk memudahkan mendapatkan bahan bakar untuk genset sebagai sumber listrik bagi penduduk desa, penulis ingin mengembangkan genset yang mampu menggunakan 3 jenis bahan bakar yang berbeda dalam satu unit. Bahan bakar tersebut yakni Biogas, LPG, dan bensin. Bahan bakar tersebut dipilih dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan bakar yang dapat ditemui pada daerah pedesaan. Oleh karena itu, melalui penelitian yang berjudul “Merubah (*Converting*) Mesin Genset Bensin Menjadi Fleksibel *Fuels* (Biogas, LPG, dan Bensin).” diharapkan mampu mengatasi keterbatasan sumber energi di daerah pedesaan.

Dalam hal ini ada beberapa masalah yang di temukan yang harus dikaji yaitu:

1. Bagaimana rancangan genset 4 langkah dengan 3 bahan bakar fleksibel (Biogas, LPG, dan Bensin) agar dapat dioperasikan ?
2. Berapa konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada bahan bakar biogas yang dimurnikan dari  $H_2S$  dan  $H_2O$ , biogas yang dimurnikan dari  $H_2S$ ,  $H_2O$  dan  $CO_2$ , bahan bakar LPG dan bahan bakar bensin?

Beberapa batasan masalah di tetapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Mesin 4 langkah yang digunakan adalah mesin 4 langkah silinder tunggal yang memiliki kapasitas mesin 83 cc, berbahan bakar bensin dengan daya 1000 Watt yang memiliki kompresi sebesar 10 Bar.
2. LPG yang digunakan adalah LPG yang diproduksi oleh PERTAMINA yang beredar di Indonesia.
3. Bahan bakar yang digunakan adalah Pertalite.
4. Biogas yang di gunakan adalah biogas yang dihasilkan dari kotoran ternak sapi Bali yang di produksi di simantri.
5. Tempat pengujian emisi gas buang di Balai Pendidikan dan Pelatihan Transportasi Darat, Gianyar, Bali.

## 2. Dasar Teori.

### 2.1. pengertian Biogas

Biogas adalah campuran gas hasil proses fermentasi anaerob dari kotoran ternak (sapi). Kandungan pada kotoran sapi sangat memenuhi syaran untuk menghasilkan biogas. Biogas merupakan sebuah proses produksi gas bio dari material organik dengan bantuan bakteri [6].

Kandungan yang ada pada biogas meliputi :

1. Metaha ( $CH_4$ ) adalah gas yang bias dipergunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil.sifat gas ini lebih ringan dari udara dan tidak beracun.
2. Carbon dioksida adalah gas yang beracun dan lebih berat dari udara. Kadar  $CO_2$  pada biogas akan menyebabkan berkurangnya nilai kalor pada biogas.
3.  $H_2S$  lebih berat dari udara  $H_2S$  gas yang berbahaya. Pada konsentrasi rendah gas ini memiliki bau yang sangat menyengat. Selain itu  $H_2S$  juga mengakibatkan korosi dalam ruang bakar.
4. Ammonia ( $NH_3$ ) emisi gas yang dihasilkan dari pembakaran ( $NO_x$ ). Umumnya, konsentrasi ( $NH_3$ ) dalam biogas rendah.
5. Debu menyebabkan terjadinya penyumbatan pada nosel.
6. Siloxanes pada suhu tinggi, siloksan dan oksigen membentuk  $SiO_2$  dan mikrokristalin kuarsa yang tetap berada pada permukaan bagian mesin. Biasanya itu menghasilkan pengurangan aliran dan gesekan, dapat menyebabkan abrasi pada piston.
7. Uap air walaupun tidak berbahaya, akan terjadi korosif jika di bakar dalam ruamh bakar dan berkombinasi dengan  $NH_3$  dan  $H_2S$  dari biogas. Bila biogas berair jenuh di dalam digester maka pendinginan akan menghasilkan kondensasi air [7].

### 2.2. Gas Emisi

Emisi yang dikeluarkan dari gas buang kendaraan bermotor antara lain  $SO_x$ ,  $NO_x$ ,  $CO$ ,  $HC$ , dan partikulat debu. Parameter pencemaran udara untuk gas  $CO$  dan  $NO_2$  dianalisis karena gas ini memiliki prosentase yang cukup besar dalam pencemaran udara. Gas tersebut cukup berbahaya bagi kesehatan manusia bahkan dapat menyebabkan kematian apabila berada di atas standar baku muku. Sumber utama  $CO$  dan  $NO_2$  berasal dari asap kendaraan bermotor. Konsentrasi  $CO$  dan  $NO_2$  total yang ada di dalam atmosfer menunjukkan korelasi yang positif dengan kepadatan lalu lintas. Efeknya terhadap kesehatan yaitu  $CO$  mempunyai daya ikat yang tinggi terhadap Hb dalam aliran darah sehingga dapat menghalangi masuknya  $O_2$  dalam darah. Konsentrasi gas  $NO_2$  yang tinggi dapat menyebabkan gangguan pada sistem saraf yang mengakibatkan kejang-kejang. Bila keracunan ini terus berlanjut akan dapat menyebabkan kelumpuhan. Dibandingkan dengan bahan bakar minyak yang di hasilkan dari fosil, bahan bakar gas seperti biogas dan LPG, memiliki emisi gas buang yang lebih rendah [8].

Menurut Knlh nomor 5 tahun 2006 ambang batas gas buang kendaraan lama di paparkan sebagai berikut [9]:

**Tabel 1. Ambang batas emisi gas buang**

A. KENDARAAN BERMOTOR KATEGORI L					
Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter			Metode Uji
		CO (%)	HC (PPM)		
Sepeda motor 2 langkah	<2010	4,5	12000		idle
Sepeda motor 4 langkah	<2010	5,5	2400		idle
Sepeda motor (2 langkah dan 4 langkah)	≥ 2010	4,5	2000		idle

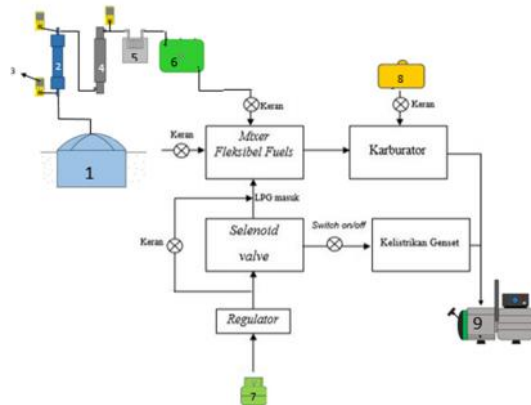
B. KENDARAAN BERMOTOR KATEGORI M, N, O					
Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter			Metode Uji
		CO (%)	HC (PPM)	Opasitas (% H <sub>2</sub> SU) *	
Berpenggerak motor bakar cetus api (bensin)	<2007	4,5	12000		idle
	≥ 2007	1,5	200		
berpenggerak motor bakar penyalan kompresi (diesel)					Percapitan Beban
GVW ≤ 3,5 ton	<2010			70	
	≥ 2010			40	
GVW > 3,5 ton	<2011			70	
	≥ 2011			50	

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1. Alat dan Bahan Penelitian

- Biogas (biogas yang di ambil pada tempat dan waktu yang sama untuk memastikan kadar dalam biogas itu sama)
- Desulfurizer (digunakan sebagai pemurni dari gas pengotor H<sub>2</sub>S yang ada pada biogas)
- CO<sub>2</sub> remover (yang berfungsi sebagai pemurni dari gas pengotor CO<sub>2</sub> yang ada pada biogas)
- Kalsium Klorida (yang berfungsi sebagai pemurni dari H<sub>2</sub>O yang ada pada biogas)
- Bag Biogas (yang berfungsi sebagai tempat penampungan biogas)
- Volume meter (yang berfungsi sebagai pengukur jumlah gas biogas yang mengalir ke dalam bag biogas).
- Multi gas Detektor (untuk mengecek kadar gas yang terkandung dalam biogas, yaitu CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O)
- Karburator dan *Mixer* Fleksibel *Fuels* (tempat bercampurnya udara dengan biogas, bensin, maupun LPG)

#### 3.2. Instalasi Penelitian



**Gambar 1. Rangkaian Instalasi Penelitian**

Keterangan:

- |                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| 1. Digester                | 6. Bag Biogas    |
| 2. Desulfurizer            | 7. LPG           |
| 3. Multi Gas Detector      | 8. Tangki Bensin |
| 4. CO <sub>2</sub> Remover | 9. Genset Bensin |
| 5. Volume Meter            |                  |

### 3.3. Pengambilan Data

Pada Proses pengambilan data dari genset bensin yang sudah di *converting* menjadi genset fleksibel *fuels* yang bisa menggunakan 3 bahan bakar berbeda (biogas, LPG, bensin) dilakukan dengan berapa cara, yaitu:

- Untuk pengambilan bahan bakar biogas yang dimurnikan dari H<sub>2</sub>S + H<sub>2</sub>O gas yang berada pada digester dialirkan terlebih dahulu ke dalam *desulfurizer* yang berfungsi sebagai pemurni H<sub>2</sub>S dan setelah itu dialirkan kedalam volume meter untuk mengukur berapa gas yang masuk ke dalam bag biogas yang sudah di berikan kalsium klorida untuk memurnikan H<sub>2</sub>O. Untuk mengecek kandungan gas pada biogas, biogas yang sudah dimurnikan dialirkan terlebih dahulu ke *Multi Gas Detector* selama 60 detik. Sama dengan biogas yang di murnikan H<sub>2</sub>S + H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub>, hanya saja sebelum masuk ke dalam volume meter harus di alirkan ke dalam CO<sub>2</sub> remover.
- Untuk pengambilan data berbahan bakar LPG dilakukan dengan mengalirkan gas terlebih dahulu ke dalam volume meter untuk mengukur berapa jumlah gas yang sudah mengalir ke dalam genset.
- Untuk pengambilan data berbahan bakar bensin dilakukan dengan cara mengukur jumlah pertalite pada gelas ukur yang sudah disiapkan, lalu dimasukkan ke dalam wadah penampungan yang sudah di hubungkan dengan karburator, untuk memastikan bahwa bensin benar-benar habis.

Semua pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan sebanyak 3 kali dengan beban dan tanpa beban, lalu hasil dari 3 kali pengujian dirata-ratakan. Untuk pembebanan pada genset sejumlah 300 watt. Untuk membantu mengukur waktu pengujian untuk uji konsumsi bahan bakar digunakan *stopwatch*.

Untuk pengujian emisi gas buang, di lakukan dengan cara menghubungkan alat uji emisi gas buang ke knalpot genset, lalu di lihat pada layar alat uji emisi gas buang berapa kandungan HC dan NO yang didapatkan pada masing - masing pengujian. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap bahan bakar dan dengan pembebanan ataupun tanpa pembebanan.

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1. Hasil Penelitian

Dari hasil pengambilan data uji konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang, kemudian data ini dirata-ratakan lalu disajikan dalam sebuah tabel dan grafik berikut ini:

**Tabel 2. Konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang Biogas yang dimurnikan H<sub>2</sub>S + H<sub>2</sub>O.**

NO	Pembebanan	Pengujian CH <sub>4</sub> = 66, CO <sub>2</sub> = 31, H <sub>2</sub> S= 13					
		Bahan Bakar (liter)	Konsumsi bahan bakar (menit)	Uji emisi gas buang			
				CO (%)	HC (ppm)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)
1	Tanpa Pembebanan	200	19.29	0,02	18	1	21
		200	20.43	0,03	41	1,1	21
		200	20.40	0,01	0	0,5	21,9
rata-rata		200	20.28	0,02	19,6	0,86	21,3
2	Pembebanan 300 Watt	200	12.13	0	0	0,9	21,6
		200	14.48	0	0	0,5	22,1
		200	12.40	0	0	0,8	22,6
rata-rata		200	13,2	0	0	0,73	22,1

**Tabel 3. Konsumsi bahan dan emisi gas buang bakar Biogas yang dimurnikan H<sub>2</sub>S + H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub>.**

NO	Pembebanan	Pengujian CH <sub>4</sub> = 67, CO <sub>2</sub> = 0, H <sub>2</sub> S= 27					
		Bahan Bakar (liter)	Konsumsi bahan bakar (menit)	Uji emisi gas buang			
				CO (%)	HC (ppm)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)
1	Tanpa Pembebanan	200	20.40	0	0	0,2	21,1
		200	23.31	0	0	0,4	21,2
		200	22.19	0	0	0,4	21,2
rata-rata		200	22.17	0	0	0,33	21,17
2	Pembebanan 300 Watt	200	14.43	0	26	0,5	19,6
		200	13.18	0	0	1,2	17,2
		200	13.28	0,01	21	0,5	20,6
rata-rata		200	13.50	0,003	15,6	0,73	19,13

**Tabel 4. Konsumsi bahan dan emisi gas buang bakar LPG.**

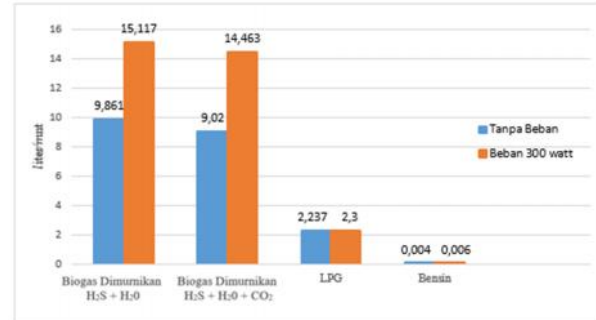
NO	Pembebanan	Pengujian LPG					
		Bahan Bakar (liter)	Konsumsi bahan bakar (menit)	Uji emisi gas buang			
				CO (%)	HC (ppm)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)
1	Tanpa Pembebanan	30	13.30	0,57	93	0,1	23,3
		30	13.43	0,26	72	0,2	22,1
		30	13.50	0,38	103	0,3	19,9
rata-rata		30	13.41	0,4	89,3	0,2	21,76
2	Pembebanan 300 Watt	30	13.12	0,16	48	0,4	21,9
		30	12.56	0,24	33	0,4	20,8
		30	12.59	0,31	58	0,9	19,1
rata-rata		30	13.04	0,24	46,3	0,57	20,6

**Tabel 5. Pencatatan hasil konsumsi uji bahan dan emisi gas buang bakar pertalite.**

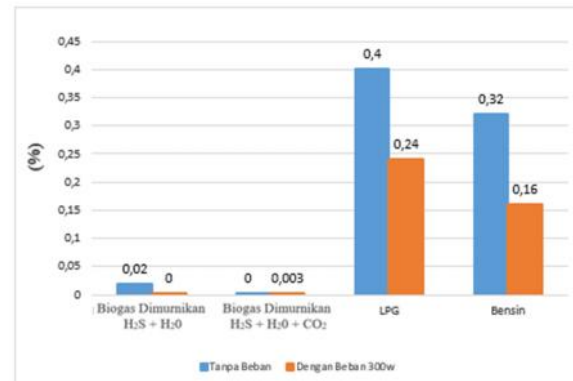
NO	Pembebanan	Pengujian Pertalite					
		Bahan Bakar (liter)	Konsumsi bahan bakar (menit)	Uji emisi gas buang			
				CO (%)	HC (ppm)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)
1	Tanpa Pembebanan	0,1	25.19	0,88	35	1,3	21,2
		0,1	21.32	0,02	38	0,6	20,6
		0,1	24.23	0,06	9	0,5	21,2
rata-rata		0,1	23.44	0,32	27,3	0,8	21
2	Pembebanan 300 Watt	0,1	15.18	0,15	24	1	14,8
		0,1	16.12	0,2	47	2,7	14,8
		0,1	15.14	0,14	203	2,4	18,1
rata-rata		0,1	15.58	0,16	91,93	2,03	15,9

**Tabel 6. Perhitungan laju aliran pada setiap bahan bakar**

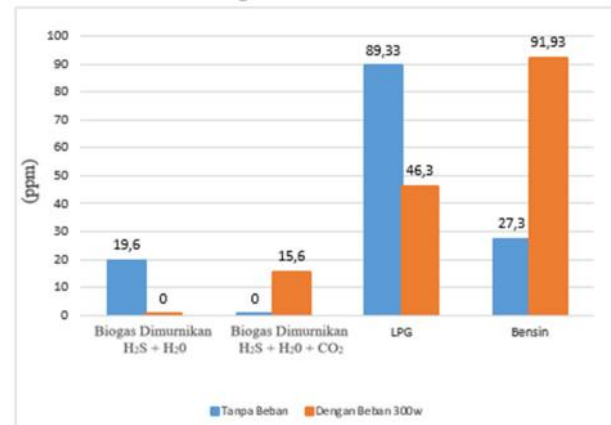
Laju Aliran Bahan Bakar					
No	Jenis Bahan Bakar	Beban (Watt)	Jumlah bahan bakar (liter)	Waktu rata rata (menit)	jalu aliran (liter/mnt)
3	Biogas Pemurnian H <sub>2</sub> S + H <sub>2</sub> O	0	200	20,28	9,861
		300	200	13,23	15,117
4	Biogas Pemurnian H <sub>2</sub> S + H <sub>2</sub> O + CO <sub>2</sub>	0	200	22,17	9,021
		300	200	13,50	14,463
1	LPG	0	30	13,41	2,237
		300	30	13,04	2,300
2	Bensin	0	0,1	23,44	0,004
		300	0,1	15,58	0,006



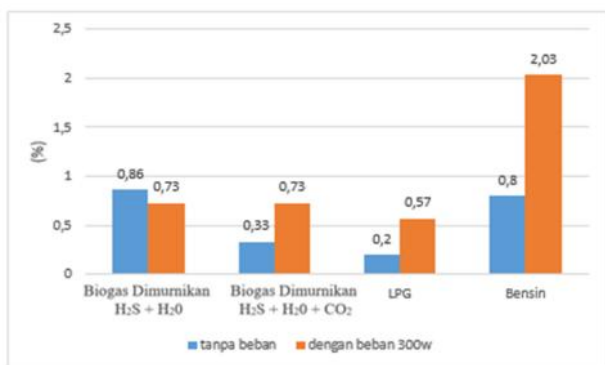
**Gambar 2. Grafik laju aliran bahan bakar.**



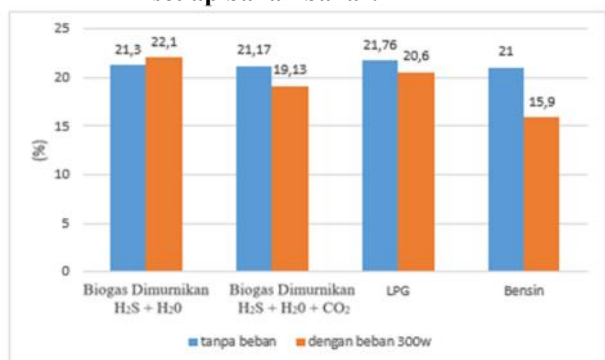
**Gambar 3. Grafik emisi gas buang CO (%) pada setiap bahan bakar**



**Gambar 4. Grafik emisi gas buang HC (ppm) pada setiap bahan bakar.**



Gambar 5. Grafik emisi gas buang CO<sub>2</sub> (%) pada setiap bahan bakar.



Gambar 6. Grafik emisi gas buang O<sub>2</sub> (%) pada setiap bahan bakar.

#### 4.2. Pembahasan

Pada Tabel 2, terlihat bahwa dengan pembebanan 300 Watt hasil emisi yang di dapat sangatlah kecil, itu disebabkan oleh suhu kerja mesin sudah tercapai dan pembakaran yang dihasilkan menjadi lebih sempurna.

Selanjutnya pada Tabel 3, terlihat bahwa dengan pembebanan 300 Watt, adanya peningkatan kadar HC dan CO, itu disebabkan oleh stater awal yang berulang hingga genset hidup, sehingga pembakaran bahan bakar tidak terjadi dengan sempurna.

Pada Tabel 4, terlihat saat tanpa pembebanan, emisi yang di hasilkan tertinggi di bandingkan dengan bahan bakar yang lain yaitu sebesar HC 89,3 ppm dan CO 0,4%. Itu disebabkan pembakaran yang kurang sempurna karena adanya tekanan gas LPG dari dalam tabung gas yang mengakibatkan kelebihan bahan bakar. Tapi pada saat diberikan beban sebanyak 300 Watt terjadi penurunan emisi gas buang. Karena putaran pada mesin meningkat sehingga energi atau bahan bakar yang digunakan lebih banyak.

Pada Tabel 5, adanya penambahan mixer fleksibel *fuels* pada rangkaian genset ini sedikit menghambat udara masuk ke dalam ruang bakar, sehingga vakum yang diterima pada karburator sedikit berlebih menyebabkan bensin yang masuk lebih banyak daripada seharusnya.

Berdasarkan hasil dari Gambar 2, konsumsi bahan bakar yang paling kecil adalah bensin, karena memiliki laju aliran yang paling kecil yaitu 0,004 L/mnt pada kondisi genset tanpa adanya

pembebanan, dan untuk laju aliran yang paling besar di dihasilkan dari konsumsi bahan bakar biogas yang dimurnikan oleh H<sub>2</sub>S + H<sub>2</sub>O dengan nilai sebesar 15,117 L/mnt. Laju aliran yang di dihasilkan sangat dipengaruhi oleh nilai kalor pada setiap bahan bakar. Untuk biogas nilai kalor yang dihasilkan antara 4800-6200 kkal/m<sup>3</sup>, sedangkan nilai kalor gas metana murni mencapai 8900 kkal/m<sup>3</sup>, dan untuk LPG nilai kalor yang di dihasilkan sebesar 10882 kkal/m<sup>3</sup> [10].

Hasil emisi gas buang CO pada Gambar 3, biogas yang dimurnikan dari H<sub>2</sub>S + H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> mendapatkan hasil yang paling kecil yaitu 0 % pada kondisi tanpa beban dan 0,003 % pada saat pembebanan sebanyak 300 Watt.

Sedangkan untuk hasil gas buang HC pada Gambar 4, biogas yang di murnikan H<sub>2</sub>S + H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> mendapatkan hasil yang paling kecil yaitu 0 ppm pada saat tanpa beban dan 15,6 ppm pada saat pembebanan 300 Watt.

Ini membuktikan biogas merupakan bahan bakar yang sngat ramah lingkungan dengan mendapatkan hasil yang paling kecil diantara bahan bakar yang lainnya. Menurut KNLH no. 5 tahun 2006 ambang batas yang ditetapkan untuk katagori berpengerak motor bakar cetus api (bensin) dengan tahun pembuatan ≥ 2007 adalah CO 1,5% dan HC 200 ppm.

Sementara hasil CO<sub>2</sub> pada Gambar 5 tidak jauh berbeda antara masing – masing bahan bakar. Dan untuk O<sub>2</sub> yang terlihat dari Gambar 6 adalah oksigen yang berada pada ruangan sekitar, yang bukan merupakan hasil uji.

Adanya variasi pembebanan 300 Watt dan tanpa adanya pembebanan pada masing – masing bahan bakar, menunjukan penurunan waktu yang di dapat pada saat menggunakan beban sebanyak 300 Watt untuk menghidupkan genset. Itu disebabkan genset perlu mempertahankan kecepatan putarannya sehingga voltase pada generator dapat stabil. Dengan beban sebanyak 300 Watt, genset ini mengeluarkan 33% tenaga lebih banyak daripada tanpa adanya pembebanan, Itu menyebabkan adanya perbedaan yang signifikan pada bahan bakar biogas yang telah dimurnikan oleh H<sub>2</sub>S + H<sub>2</sub>O, maupun biogas yang di murnikan oleh H<sub>2</sub>S + H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> yang memiliki nilai kalor paling rendah.

#### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian konsumsi bahan bakar dan pengujian emisi gas buang pada bahan bakar Biogas yang di murnikan H<sub>2</sub>S + H<sub>2</sub>O, Biogas yang di murnikan H<sub>2</sub>S + H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub>, LPG, dan juga bensin (pertalite) pada genset yang sudah di *Converting* menjadi fleksibel *fuels*, dapat ditarik kesimpulan antara lain:

1. *Converting* genset berbahan bakar bensin menjadi fleksibel *fuels* dengan menggunakan skema yang sudah dibuat berjalan dengan baik.
2. Bahan bakar yang paling baik konsumsi bahan bakarnya adalah bensin, karena mendapatkan

hasil konsumsi bahan bakar paling rendah, lalu yang kedua adalah LPG, dan yang terakhir adalah biogas.

3. Dengan adanya data uji emisi genset fleksibel *fuels* ini, dinyatakan bahwa layak untuk di gunakan secara umum karena nilai emisi yang di hasilkan oleh masing masing bahan bakar sudah memenuhi standar KNLH nomor 5 tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang.
4. Biogas yang telah di murnikan dari  $H_2S + H_2O + CO_2$  memiliki konsumsi bahan bakar lebih baik dari biogas yang hanya di murnikan dari  $H_2S + H_2O$ , karena pembakaran bahan bakar lebih baik jika gas pengotor  $CO_2$  di murnikan.
5. Emisi gas buang yang di hasilkan biogas sangatlah baik karena kadar CO dan HC pada emisi gas buang biogas sangatlah rendah, baik itu dimurnikan oleh  $H_2S + H_2O + CO_2$  maupun biogas yang di murnikan oleh. Dan hasil yang terburuk di dapatkan oleh emisi gas buang dari bahan bakar LPG, dikarenakan percampuran antara udara dan LPG yang kurang baik.

#### Daftar Pustaka

- [1] Kim, Yungjin, Kawahara, Nobuyuki, Tsuboi, Kazuya, Tomita, Eiji, 2016, *Combustion Characteristics And  $No_x$  Emissions Of Biogas Fuels With Various  $CO_2$  Contents In A Micro Co-Generation Spark-Ignition Engine*, Applied Energy 182, pp. 539–547.
- [2] Yahya, 2017, *Karakteristik Produktivitas Listrik Dari Genset Berbahan Bakar Biogas Dengan Variasi Pembebanan 360 Watt, 420 Watt, 480 Watt, 540 Watt Dan 600 Watt*, Yogyakarta.
- [3] Haryati, Tuti, 2006, *Biogas: Limbah Peternakan Yang Menjadi Sumber Energi Alternatif*, Wartazoa Vol. 16 No. 3.
- [4] Wahyuni Sri, 2013, *Biogas Energi Alternatif Pengganti Bbm, Gas, Dan Listrik*. Jakarta. Agro Media.

- [5] Hasyirurahman, Taufan, Sudarmanta, Bambang, 2015, *Karakterisasi Unjuk Kerja LPG Engine-Generator Set Dengan Ecu Programmable Menggunakan Bahan Bakar Cng*, Jurnal Teknik Its Vol. 4, No. 1, Issn: 2337-3539 (2301-3539 Online).
- [6] Saputro, Roy Renatha., Putri, Artanti Dewi, 2009, *Pembuatan Biogas Dari Limbah Peternakan*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [7] Deublin, D., Anggelika, S., 2008, *Biogas From Waste And Renewable Resources*, WLEY-VCH Verlag GmbH &Co.KGAA.
- [8] Porpatham, E., Ramesh, A., Nagalingam, B., 2012, *Effect Of Compression Ratio On The Performanceand Combustion Of A Biogas Fuelled Spark Ignition Engine*, Fuel 95 pp. 247–256.
- [9] KNLH No. 5 Tahun 2006, *Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*.
- [10] Surono U.B., Machmud S., 2014, *Peningkatan Kualitas Biogas Dengan Metode Absorpsi Dan Pemakaiannya Sebagai Bahan Bakar Mesin Generator Set (Genset)*, Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 2 No.3. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Janabadra. Yogyakarta.



David Lie telah menyelesaikan studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana dari tahun 2014 sampai 2018. Ia menyelesaikan studi program sarjana dengan topik penelitian Mengubah (*converting*) Mesin Genset Bensin Menjadi Fleksibel *Fuels* (Biogas, LPG, dan Bensin).