

# Uji Emisi Gas Buang Mesin Genset 2 Langkah Berbahan Bakar Fleksible (Biogas Dan Bensin).

I Wayan Agus Rantia Dana, Tjokorda Gde Tirta Nindhia, dan I Wayan Surata  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali

## Abstrak

Bahan bakar biogas yang diproduksi dari sistem pertanian terpadu (SIPADU) di Bali biasanya hanya dimanfaatkan untuk memasak, namun dengan adanya genset fleksibel fuels biogas bisa digunakan untuk bahan bakar genset untuk menghasilkan energy listrik yang pada saat ini menjadi kebutuhan bagi masyarakat, dengan adanya genset fleksibel fuel maka secara tidak langsung membantu program pemerintah untuk mengurangi efek gas rumah kaca. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pengukuran data emisi gas buang yang dihasilkan pada genset fleksibel fuels, dengan variasi bahan bakar antara lain: Biogas yang dimurnikan dari gas hydrogen sulfide ( $H_2S$ ), uap air ( $H_2O$ ), dan karbon dioksida ( $CO_2$ ), biogas yang dimurnikan dari hydrogen sulfide ( $H_2S$ ), dan uap air ( $H_2O$ ), dan pertalite. Terdapat juga variasi pembebanan sebesar 300 watt, dan 0 watt untuk mengetahui pengaruh yang di timbulkan terhadap emisi gas buang yang dihasilkan. Karbon monoksida yang dihasilkan Pertalite dengan beban 300 watt menghasilkan 3,43% merupakan hasil emisi tertinggi dan biogas dimurnikan dari hydrogen sulfide ( $H_2S$ ) dan uap air ( $H_2O$ ) dengan beban 0 watt menghasilkan 0,063% merupakan hasil emisi terendah. Hidro karbon yang dihasilkan pertalite dengan beban 300 watt menghasilkan 1184 ppm merupakan hasil tertinggi dan biogas yang dimurnikan dari hydrogen sulfide ( $H_2S$ ) dan uap air ( $H_2O$ ) dengan beban 300 watt menghasilkan 552,6 ppm merupakan hasil terkecil. Karbon dioksida yang dihasilkan biogas yang dimurnikan dari hydrogen sulfida ( $H_2S$ ), uap air ( $H_2O$ ), dan karbon dioksida ( $CO_2$ ) dengan beban 300 watt menghasilkan 5,53% merupakan hasil tertinggi dan pertalite dengan beban 0 watt menghasilkan 2,83 merupakan hasil terendah.

Kata kunci : biogas, pertalite, fleksibel fuels, emisi.

## Abstract

Biogas fuel produced from integrated farming systems (SIPADU) in Bali is usually only used for cooking, but with the existence of a flexible generator biogas fuels can be used to fuel the generator set to produce electrical energy which is currently a necessity for the community, with the existence of a flexible fuel generator, it indirectly helps the government program to reduce the effects of greenhouse gases. The method used in this research is to test exhaust emissions on flexible fuels generators, with variations in fuel including: Biogas purified from hydrogen sulfide ( $H_2S$ ), water vapor ( $H_2O$ ), and carbon dioxide ( $CO_2$ ), biogas which is purified from hydrogen sulfide ( $H_2S$ ), and water vapor ( $H_2O$ ), and pertalite. There are also variations in loading of 300 watts, and 0 watts to determine the effect caused by the resulting exhaust emissions. Carbon monoxide produced by Pertalite with a load of 300 watts produces 3.43% is the highest emission result and biogas is purified from hydrogen sulfide ( $H_2S$ ) and water vapor ( $H_2O$ ) with a 0 watt load producing 0.063% is the lowest emission result. Hydro carbon produced by pertalite with a load of 300 watts yielding 1184 ppm is the highest yield and biogas purified from hydrogen sulfide ( $H_2S$ ) and water vapor ( $H_2O$ ) with a 300 watt load producing 552.6 ppm is the smallest result. Carbon dioxide produced by biogas purified from hydrogen sulfide ( $H_2S$ ), water vapor ( $H_2O$ ), and carbon dioxide ( $CO_2$ ) with a load of 300 watts yields 5.53% is the highest yield and pertalite with a load of 0 watts produces 2.83 is the result Lowest.

Keywords: biogas, pertalite, flexible Fuels, emissions.

## 1. Pendahuluan

Dalam kehidupan sehari-hari kita telah menggunakan bahan bakar fosil yang semakin hari semakin meingkat, dan tanpa kita sadari bahwa penggunaan bahan bakar fosil memberikan dampak negative terhadap lingkungan. Kualitas udara yang semakin hari semakin menurun akibat asap dari pembakaran minyak bumi [1].

Sebagai gantinya maka kita harus mencari energi alternatif guna mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Energi biogas merupakan salah satu dari energi baru terbarukan yang sudah banyak di kembangkan untuk menggantikan bahan bakar fosil, adapun bahan bahan sumber energi biogas seperti limbah kotoran ternak, sampah organik, yang di proses oleh bakteri metanogenik dalam kondisi tanpa oksigen

(anaerob). Secara umum teknologi biogas dapat mengatasi permasalahan akan kebutuhan energi karena melimpahnya kotoran ternak yang belum dikelola secara maksimal [2].

Energi biogas adalah sebuah energi yang mulai di kembangkan di Indonesia khususnya pulau Bali, biogas di kembangkan melalui program Sistem Pertanian Terpadu (SIPADU), salah satu program pemerintah Bali dalam rangka untuk meningkatkan sistem pertanian yang ada di Bali. Selain menghasilkan pupuk organik sipadu, juga menghasilkan biogas yang baik, namun hasil biogas dari sipadu belum dimanfaatkan secara maksimal dan masih banyak yang terbuang, biogas yang di hasilkan hanya digunakan untuk keperluan memasak [3]. Dengan demikian, salah satu pemanfaatan

Biogas adalah dengan menjadikan biogas sebagai bahan bakar untuk menghasilkan listrik dari sebuah generator set (genset).

Guna mengurangi pemakaian bahan bakar fosil yang berlebih, yang mengakibatkan terjadinya polusi udara yang kian lama kian meningkat. Oleh sebab itu penulis ingin mengetahui seberapa besar manfaat dari penggunaan bahan bakar biogas sebagai bahan bakar pengganti untuk mengatasi polusi udara. Genset dipilih karena untuk penyediaan energi listrik di daerah pedesaan, dan juga untuk pemanfaatan biogas secara maksimal.

Adapun beberapa tujuan yang ingin disampaikan pada Penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui berapa emisi gas buang pada bahan bakar biogas yang dimurnikan dari *hydrogen sulfide* ( $H_2S$ ) dan uap air ( $H_2O$ )
2. Untuk mengetahui berapa emisi gas buang pada bahan bakar biogas yang dimurnikan dari *hydrogen sulfide* ( $H_2S$ ), uap air ( $H_2O$ ), dan karbon dioksida ( $CO_2$ ).
3. Untuk mengetahui berapa emisi gas buang pada bahan bakar bensin.

## 2. Dasar Teori.

### 2.1. pengertian Biogas

Biogas adalah gas mudah terbakar (*flammable*) yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob (tanpa oksigen). Pada dasarnya semua jenis bahan-bahan organik bisa di proses untuk menghasilkan biogas, namun demikian hanya bahan organik (padat, cair) homogen seperti kotoran dan urine (air kencing) hewan ternak yang cocok untuk sistem biogas sederhana [4].

Kandungan yang ada pada biogas meliputi :

1. Metana ( $CH_4$ ) adalah gas yang digunakan sebagai bahan bakar. Gas ini tidak beracun, tidak berbau, dan lebih ringan dari udara.
2. Karbon Dioksida ( $CO_2$ ) gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan lebih berat dari udara.  $CO_2$  merupakan gas yang agak beracun. Konsentrasi  $CO_2$  yang lebih tinggi dalam biogas menghasilkan biogas dengan nilai kalor yang rendah.
3. Hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) gas yang tidak berwarna. Karena lebih berat dari udara  $H_2S$  berbahaya pada tempat-tempat rendah. Pada konsentrasi rendah gas ini memiliki bau khusus seperti telur busuk. Pada konsentrasi tinggi, akan lebih berbahaya karena tidak berbau. Selain itu  $H_2S$  juga bersifat korosif yang dapat menyebabkan masalah pada proses pembakaran dari biogas. Ammonia ( $NH_3$ ) emisi gas yang dihasilkan dari pembakaran ( $NO_x$ ). Umumnya, konsentrasi ( $NH_3$ ) dalam biogas rendah.
4. Uap air, merupakan hasil tidak berbahaya, tetapi akan menjadi korosif jika berkombinasi dengan  $NH_3$ ,  $CO_2$  dan khususnya  $H_2S$  dari biogas. Maksimum kandungan air dalam biogas di kembangkan karena temperatur gas. Bila biogas berair jenuh meninggalkan digester, dengan

pendinginan akan menghasilkan kondensasi air.[5].

### 2.2. Gas Emisi

Emisi Gas Buang tercipta dari proses pembakaran yang tidak sempurna pada kendaraan bermotor.

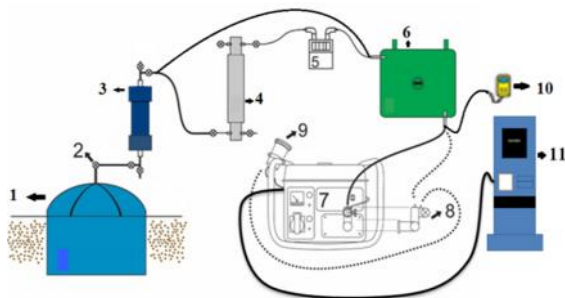
- a) Karbon Dioksida ( $CO_2$ ) perpaduan yang seimbang antara bahan bakar dengan oksigen pada proses pembakaran akan menghasilkan gas  $CO_2$ , .
- b) Karbon Monoksida ( $CO$ ) adalah gas yang diperoleh dari perbandingan antara bahan bakar dan udara yang tidak seimbang. Terlalu banyak bahan bakar atau unsur C tidak dapat berikatan dengan  $O_2$  sehingga terbentuklah  $CO$  karena proses pembakaran yang tidak sempurna.
- c) Sulfur Oksida ( $SO_2$ ) Bahan bakar gasoline / bensin mengandung unsur belerang (Sulfur). Pada saat terjadi reaksi pada pembakaran, S akan bereaksi dengan H dan O untuk membentuk senyawa sulfat dan sulfur oksida.
- d) Nitrogen Oksida ( $NO$ ) Gas  $NO$  terjadi akibat adanya panas yang tinggi pada proses pembakaran sehingga kandungan nitrogen bereaksi dengan udara sehingga berubah menjadi  $NO_x$ .
- e) Uap Air ( $H_2O$ ) merupakan hasil dari reaksi pembakaran pada ruang bakar. Kadar air yang keluar dari ruang pembakaran mengindikasikan kualitas bahan bakar yang digunakan. Semakin besar uap air yang dihasilkan maka, semakin bersih emisi yang dihasilkan.
- f) Hidro karbon ( $HC$ ) merupakan gas yang terbentuk karena pembakaran yang tidak sempurna pada ruang bakar. Aroma yang dihasilkan dari gas tersebut sangat tajam dan berwarna hitam.
- g) Timbal ( $Pb$ ) Pada reaksi pembakaran, timbal tidak bereaksi dan menjadi timah hitam saat keluar dari proses pembakaran.
- h) Partikulat Partikulat dihasilkan dari residu bahan bakar yang tidak ikut terbakar pada ruang bakar dan keluar melalui gas buang kendaraan. Partikel tersebut berukuran sekitar 10 mikrometer sehingga mudah untuk masuk ke dalam saluran pernafasan. Sedangkan ukuran yang lebih kecil, dapat membuat iritasi pada mata [6].

## 3. Metode Penelitian

### 3.1. Alat dan Bahana Penelitian

1. Degester Tempat proses terbentuknya biogas yang di hasilkan dari kotoran ternak sapi yang sudah bercampur dengan air dengan proses anaerob (kedap udara).
2. *Desulfurizer* adalah sebuah alat yang digunakan sebagai pemurni biogas dari gas pengotor  $H_2S$  (*hydrogen sulfida*) yang terkandung di dalam biogas.
3. *CO<sub>2</sub> Remover* adalah sebuah alat yang digunakan sebagai pemurni Biogas dari zat pengotor  $CO_2$  yang terkandung di dalam biogas.

4. *Kalsium Klorida* ( $\text{CaCl}_2$ ) digunakan sebagai pemurni Biogas dari  $\text{H}_2\text{O}$  yang terkandung di dalam Biogas
5. *Bag* Biogas yang berfungsi sebagai tempat penampungan Biogas yang sudah di hasilkan dari *degester* sebelum biogas itu di gunakan.
6. Volume Meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur seberapa banyak biogas yang mengalir ke dalam bag.
7. *Multi Gas Detector* yang berfungsi sebagai alat untuk mengukur kandungan gas.  $\text{CO}_2$  (Karbondi oksida),  $\text{CH}_4$  (Metana), dan  $\text{H}_2\text{S}$  (Hidrogen Sulfida).
8. Karburator dan *Mixer Fleksibel Fuels* yang berfungsi sebagai tempat bercampurnya biogas dan pelumas, atau bensin dan pelumas dengan Udara.
9. Genset Bensin adalah alat yang berfungsi untuk merubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan bahan bakar utamanya adalah bensin yang nantinya akan di rubah menjadi genset berbahan bakar fleksibel (Bensin dan Biogas).
10. Alat Uji Emisi yang digunakan untuk mengukur berapa gas emisi yang di hasilkan oleh suatu mesin atau kendaraan yang menggunakan bahan bakar bensin



### 3.2. Instalasi Penelitian

Gambar 2. Rangkaian Instalasi Penelitian

Keterangan:

- |                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| 1. Digester              | 7. Genset 2 tak               |
| 2. Stop kran             | 8. <i>Mixer chamber</i>       |
| 3. <i>Desulfurizer</i>   | 9. Tempat pelumas             |
| 4. $\text{CO}_2$ Remover | 10. <i>Multi Gas Detector</i> |
| 5. Volume Meter          | 11. Alat uji emisi            |
| 6. <i>Bag</i> Biogas     |                               |

### 3.3. Pengambilan Data

Pada Proses pengambilan data emisi gas buang mesin genset berbahan bakar fleksibel yang bisa menggunakan 2 bahan bakar berbeda (biogas, dan bensin) dilakukan dengan berapa cara, yaitu :

1. Untuk genset yang di gunakan adalah genset 2 langkah berbahan bakar bensin yang sudah di *converting* sehingga dapat menggunakan bahan bakar biogas maupun bensin, kita perlu melakukan pengecekan, dan juga pembersihan sehingga nantinya tidak

ada kendala dalam penambihan data emisi gas buang.

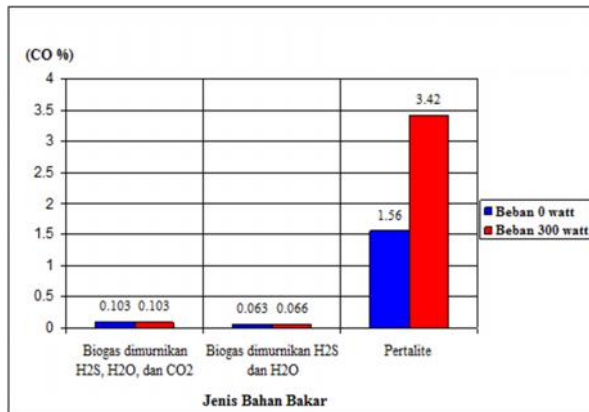
2. Untuk pengambilan bahan bakar biogas yang dimurnikan dari hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), gas yang terbentuk pada *degester* dialirkan ke dalam *desulfurizer* yang berfungsi sebagai pemurni hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan setelah itu biogas dialirkan kedalam *bag* penyimpanan biogas yang sudah terisi *kalsium klorida* ( $\text{CaCl}_2$ ) untuk memurnikan biogas dari kandungan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). memastikan biogas telah termurnikan digunakan *multi gas ditektor* untuk mengukur kandungan yang terdapat pada biogas.
3. Untuk pengambilan bahan bakar biogas yang dimurnikan dari hidrogen sulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ ), uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), gas yang terbentuk pada *degester* dialirkan menuju *desulfurizer* untuk pemurnian kandungan hidrogen sulfida  $\text{H}_2\text{S}$  pada biogas, setelah itu dialirkan kembali menuju  $\text{CO}_2$  *remover*, sebelum sampai  $\text{CO}_2$  *remover* biogas terlebih dahulu melewati volume meter untuk mengukur aliran biogas menuju  $\text{CO}_2$  *remover* sebesar 3 liter/menit yang bertujuan untuk memaksimalkan pemurnian biogas dari gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), setelah melewati  $\text{CO}_2$  *remover* biogas menuju *bag* penyimpanan yang telah terisi *kalsium klorida* ( $\text{CaCl}_2$ ) untuk memurnikan biogas dari kandungan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ). memastikan biogas telah termurnikan di gunakan *multi gas detector* untuk mengukur kandungan yang terdapat pada biogas.
4. Untuk pengambilan data berbahan bakar bensin dilakukan dengan cara mengukur jumlah pertalite pada gelas ukur yang sudah disiapkan, lalu ditambahkan dengan pelumas mesin 2 langkah sebelum dimasukkan ke dalam tangki penampungan bahan bakar yang sudah dihubungkan dengan karburator.

Untuk pengujian emisi gas buang, dilakukan dengan cara menghubungkan alat uji emisi gas buang ke knalpot genset, lalu dilihat pada layar alat uji emisi gas buang berapa kandungan HC,  $\text{CO}_2$ , dan CO yang dihasilkan pada masing - masing pengujian. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap bahan bakar dan dengan pembebanan sebesar 300 watt dan pembebanan sebesar 0 watt.

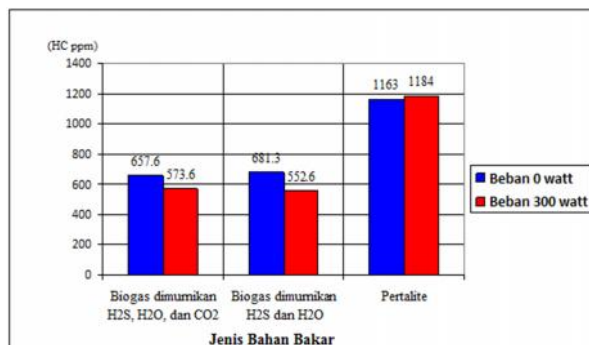
## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Hasil Penelitian

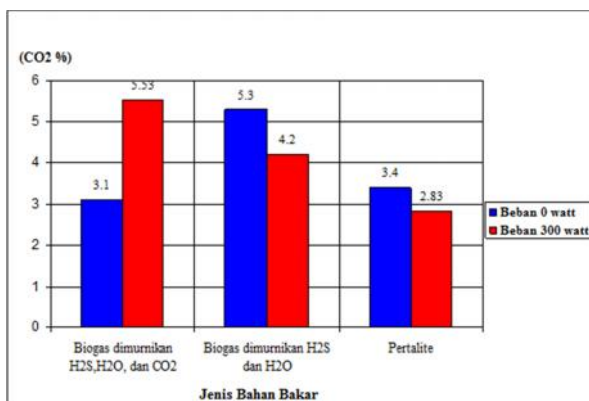
Dari peroses pengujian yang telah di lakukan sesuai dengan tahapan yang telah di tentukan maka di peroleh data hasil uji sebagai mana di sebut pada gambar berikut :



Gambar 4.1 Grafik emisi gas buang CO



Gambar 4.2 Grafik emisi gas buang HC



Gambar 4.3 Grafik Emisi Gas Buang CO<sub>2</sub>

#### 4.2. Pembahasan

melihat hasil rata-rata pengujian emisi gas CO pada gambar 4.1 maka setelah dianalisa mendapatkan bahwa kandungan emisi gas buang CO yang dihasilkan bahan bakar pertalite dengan pemberian beban sebesar 300 watt memperoleh hasil sebesar 3,43% di mana ini merupakan hasil tertinggi, dan bahan bakar biogas yang dimurnikan H<sub>2</sub>S dan H<sub>2</sub>O dengan pemberian beban sebesar 0 watt memperoleh hasil sebesar 0,063% di mana hasil ini merupakan hasil terendah. Dengan demikian di lihat dari hasil pengukuran, bahan bakar biogas lebih

ramah lingkungan di bandingkan bahan bakar pertalite sehingga layak untuk di gunakan lebih lanjut.

melihat hasil rata-rata pengujian emisi gas HC pada Gambar 4.2 maka setelah di analisa mendapatkan bahwa kandungan emisi gas buang HC pada bahan bakar pertalite dengan pemberian beban sebesar 300 watt memperoleh hasil sebesar 1184 ppm, di mana hasil ini merupakan hasil tertinggi di bandingkan bahan bakar biogas yang dimurnikan H<sub>2</sub>S dan H<sub>2</sub>O dengan pemberian beban sebesar 300 watt memperoleh hasil sebesar 552,6 ppm di mana hasil ini merupakan hasil terendah untuk emisi gas HC, adapun pengaruh pembebanan pada bahan bakar semakin tinggi pembebanan yang di berikan pada bahan bakar biogas maka semakin rendah emisi gas HC yang di dihasilkan ini menandakan bahwa pembakaran bahan bakar lebih sempurna, hal terbalik justru terjadi pada bahan bakar pertalite semakin tinggi di berikan pembebanan maka menghasilkan emisi gas HC semakin tinggi itu menandakan pada proses pembakaran terjadi kelebihan bahan bakar..

melihat dari rata-rata gas CO<sub>2</sub> pada saat pengujian yang ditunjukkan Gambar 4.3 maka, setelah di analisa mendapatkan bahwa bahan bakar biogas yang dimurnikan H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O, dan CO<sub>2</sub> dengan pemberian beban sebesar 300 watt memperoleh hasil sebesar 5,53 %, di mana hasil ini merupakan hasil tertinggi dan bahan bakar pertalite dengan pemberian beban sebesar 0 watt memperoleh hasil sebesar 2,83% di mana hasil ini merupakan yang terendah, pada biogas yang dimurnikan H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O, dan CO<sub>2</sub> semakin tinggi pembebanan maka menghasilkan CO<sub>2</sub> semakin besar ini membuktikan bahwa pembakaran yang terjadi semakin sempurna, tetapi pada bahan bakar biogas yang dimurnikan H<sub>2</sub>S dan H<sub>2</sub>O dan pertalite semakin tinggi pembebanan maka menghasilkan CO<sub>2</sub> semakin rendah.

#### 5. Kesimpulan

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

1. Biogas yang dimurnikan H<sub>2</sub>S, dan H<sub>2</sub>O, mengasilakan emisi CO sebesar 0,063% dan HC sebesar 681,3ppm pada saat beban 0 watt dan CO sebesar 0,066% dan HC sebesar 552,6 ppm pada beban 300 watt.
2. Biogas yang dimurnikan H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O, dan CO<sub>2</sub> mengasilkan emisi CO sebesar 0,103% dan HC sebesar 657,6 ppm pada saat beban 0 watt dan CO sebesar 0,103% dan HC sebesar 573,6 ppm pada saat beban 300 watt.

3. Peralite mengasilkan emisi CO sebesar 1,56% dan HC sebesar 1163ppm pada saat beban 0 watt dan CO sebesar 3,42% dan HC sebesar 1184 ppm pada saat beban 300 watt
4. Baik biogas yang dimurnikan H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O, dan CO<sub>2</sub> atau biogas yang dimurnikan H<sub>2</sub>S dan H<sub>2</sub>O merupakan bahan bakar ramah lingkungan dan baik di gunakan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar fosil.

#### Daftar Pustaka

- [1] Handayani, S. U., 2006, *Pemanfaatan Bio Ethanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin*. Gema Teknologi, Vol 15 No.2, pp. 99-102.
- [2] Wahyuni Sri, 2013, *Biogas Energi Alternatif Pengganti Bbm, Gas, Dan Listrik*. Jakarta. Agro Media.
- [3] Wijaya, G., Nindhia, T. T., & Surata, W., 2018, *Mengubah (Converting) Mesin Genset Diesel Silinder Tunggal Menjadi Berbahan Bakar Fleksibel Biogas Atau LPG*. Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika Vol. 7 No. 2, pp. 136-142.
- [4] Hastuti, D., 2009, *Aplikasi Teknologi Biogas Guna Menunjang Kesejahteraan Petani Ternak*. Mediagro, Vol. 5 No. 1.
- [5] Arslan, A., 2008, *Kajian Teknis Energi Alternatif-Upaya Pembersihan Biogas Pengolahan Limbah Dari Gas-gas Ikutan*, Banten: Dinas Pekerjaan Umum, Kabupaten Serang.
- [6] Syahrani, A., 2006, *Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi*. SMARTek, Vol.4 No. 4.



I Wayan Agus Rantia Dana telah menyelesaikan studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana dari tahun 2016 sampai 2020. Ia menyelesaikan studi program sarjana dengan topik penelitian Uji Emisi mesin Genset 2 langkah berbahan bakar pleksibel (Biogas dan Bensin).