

Modifikasi Mesin Genset Bensin 6000 Watt Menjadi Fleksibel Fuels (Biogas Dan Bensin)

I Gede Artha Negara, Tjokorda Gde Tirta Nindhia, dan I Wayan Surata
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Kebutuhan akan bahan bakar adalah kebutuhan yang paling penting bagi kehidupan manusia, hingga saat ini keterbatasan akan energi fosil sangat terbatas, karena seiring berjalannya waktu stok dari bahan bakar fosil akan menipis dan bahan bakar tersebut juga menghasilkan kadar karbon dioksida (CO_2) yang sangat tinggi yang dapat membahayakan dunia. Oleh sebab itu terdapat banyak sumber bio energi salah satunya energi biogas, biogas adalah energi yang terbarukan bersifat ramah lingkungan yang terbentuk dari proses fermentasi limbah-limbah organik. Biogas juga dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk menghidupkan mesin genset dengan menghilangkan kadar hydrogen sulfida (H_2S) terlebih dahulu agar mencegah terjadinya korosi pada logam dan bagian mesin lainnya. Mesin bensin tidak dapat beroperasi 100% dengan menggunakan bahan bakar biogas tanpa adanya perubahan pengapian dan penambahan mixer flexible fuels pada mesin. Metode yang digunakan untuk pengujian ini adalah dengan menguji konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang dihasilkan pada setiap bahan bakar, dengan ditambahkan variasi pada bahan bakar biogas yang dimurnikan dari gas $H_2S + H_2O + CO_2$ dan biogas yang dimurnikan dari gas $H_2S + H_2O$ saja. Terdapat juga variasi beban yang diterima oleh mesin genset sebesar 250 watt dan tanpa adanya pembebanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biogas yang telah dimurnikan dari $H_2S + H_2O + CO_2$ memiliki laju aliran dengan nilai rata-rata 4.57 menit tanpa pembebanan. Dan untuk hasil 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 $H_2S + H_2O$ dan yang dimurnikan oleh $H_2S + H_2O + CO_2$ dengan nilai rata-rata $CO = 0,04\%$, $HC = 17$ ppm tanpa pembebanan.

Kata kunci: Biogas, Mesin genset, Bahan Bakar Fleksibel, Energi Ramah Lingkungan

Abstract

The need for fuel is the most important requirement for human life, until now the limitations of fossil energy are very limited, because over time the stock of fossil fuels will thin out and the fuel also produces very high levels of carbon dioxide (CO_2) which can endanger the world. Therefore there are many bio-energy sources, one of which is biogas energy, biogas is an environmentally friendly renewable energy formed from the fermentation process of organic wastes. Biogas can also be used as fuel to power generator engines by eliminating hydrogen sulfide (H_2S) levels in advance to prevent corrosion of metals and other engine parts. The gasoline engine cannot operate 100% by using biogas fuel without any change in ignition and the addition of a flexible fuels mixer on the engine. The method used for this test is to test fuel consumption and exhaust emissions produced on each fuel, with added variations on purified biogas fuel from $H_2S + H_2O + CO_2$ and purified biogas from $H_2S + H_2O$ gas only. There are also variations in the load received by a generator of 250 watts and without loading. The results showed that purified biogas from $H_2S + H_2O + CO_2$ had a flow rate with an average value of 4.57 minutes without loading. And for the results of exhaust emissions produced by biogas is very good because the levels of CO and HC on biogas exhaust emissions are very low, both are purified by $H_2S + H_2O$ and are purified by $H_2S + H_2O + CO_2$ with an average value of $CO = 0,04\%$, $HC = 17$ ppm without loading.

Keywords: Biogas, Genset Engine, Flexible Fuels, Green Energy

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan bahan bakar merupakan kebutuhan yang sangat penting, yang dimana itu adalah suatu penunjang manusia untuk melakukan berbagai aktivitas sehari-hari. Namun seiring berjalannya waktu keterbatasan akan energi fosil sangat terbatas seperti minyak, gas, batu bara dan energi nuklir. Sumber bahan bakar fosil seperti bahan bakar minyak khususnya akan segera habis, paling lambat akhir Abad XXI. Gas alam diprediksi para ahli akan habis lebih kurang 100 tahun lagi, dan cadangan batu bara akan habis lebih kurang 200 sampai dengan 300 tahun yang akan datang. Ketiga jenis bahan bakar fosil tersebut dikategorikan sebagai energi yang tidak akrab lingkungan karena kadar polusinya cukup

tinggi. Jika kadar CO_2 di udara semakin meningkat, ini menyebabkan suhu udara meningkat, mengakibatkan sebagian es di kutub utara mencair dan tinggi permukaan air laut terus meningkat yang lambat laun akan mengakibatkan banjir besar di kota-kota yang berada di tepi pantai [1]. Bersamaan dengan itu sebenarnya terdapat berbagai sumber energi antara lain yaitu biogas yang merupakan salah satu energi terbarukan (*renewable energy*) yang terbentuk melalui proses fermentasi bahan-bahan limbah organik, kotoran ternak, sampah organik, serta bahan-bahan lainnya oleh bakteri metanogenik dalam kondisi anaerob [2]. Jika tanpa adanya pengolahan limbah dan kotoran hewan, maka gas-gas metana yang berasal dari penguraian akan sia-sia

mencemari atmosfer di bumi tanpa termanfaatkan. Setiap gas metana yang terlepas hal itu setara pelepasan 21 kalinya gas karbondioksida (CO_2) dan termasuk dalam gas rumah kaca. Dari sudut pandang itulah dapat disimpulkan bahwa teknologi biogas termasuk dalam teknologi ramah lingkungan jika dimanfaatkan secara maksimal [3].

Energi biogas sudah tidak asing lagi kedengaran di masyarakat-masyarakat Indonesia khususnya masyarakat Bali, biogas dikembangkan melalui program Sistem Pertanian Terintegrasi (Simantri), yang di laksanakan oleh pemerintah Bali dalam rangka untuk meningkatkan sistem pertanian yang ada di Bali. Simantri berpotensi sangat besar untuk menghasilkan biogas di Bali, namun hasil biogas dari simantri belum bisa dimanfaatkan secara maksimal oleh para petani. Sebagai energi yang ramah lingkungan, saat ini biogas hanya digunakan untuk keperluan memasak [4].

Kebutuhan energi listrik saat ini menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat modern di Indonesia. Dengan demikian, salah satu pemanfaatan biogas adalah dengan memanfaatkan biogas sebagai bahan bakar untuk menghasilkan listrik dari sebuah generator set (genset). Generator set (genset) adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik. Disebut sebagai generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda, yaitu *engine* dan *generator* atau alternator [5].

Untuk memudahkan mendapatkan bahan bakar untuk genset sebagai sumber listrik bagi penduduk desa, penulis ingin mengembangkan mesin genset yang mampu menggunakan *flexible fuels*/ dua bahan bakar yang berbeda dalam satu unit mesin. Bahan bakar tersebut yakni biogas dan bensin, pada saat bahan bakar biogas belum didapatkan atau belum terpenuhi, mesin tetap bisa dioperasikan menggunakan bahan bakar aslinya (bensin) maupun juga sebaliknya. Bahan bakar tersebut dipilih dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan bakar yang dapat ditemui pada daerah pedesaan. Oleh karena itu, melalui penelitian yang berjudul “Modifikasi Mesin Genset Bensin Dengan Kapasitas 6000 Watt Menjadi Bahan Bakar *Flexibel Fuels* (Biogas 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 mengubah mesin genset 4 langkah 6000 watt berbahan bakar bensin menjadi fleksibel (*flexible fuels*) biogas 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 , bahan bakar biogas yang dimurnikan dari H_2S , H_2O , dan CO_2 , dan bahan bakar bensin?

Beberapa batasan masalah di tetapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Mesin yang digunakan adalah mesin 4 langkah silinder tunggal yang memiliki 16 Hp berbahan bakar bensin dengan daya 6000 Watt yang memiliki kompresi sebesar 8 Bar.
2. Bahan bakar yang digunakan adalah Pertalite.
3. Biogas yang di gunakan adalah biogas yang dihasilkan dari kotoran ternak sapi Bali yang di produksi di simantri.
4. Tempat pengujian emisi gas buang di Balai Pendidikan dan Pelatihan Transportasi Darat, Gianyar, Bali.

2. Dasar Teori.

2.1. Pengertian Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan melalui proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerob (bakteri yang hidup dalam kondisi kedapudara). Bakteri ini terdapat pada semua jenis bahan organik yang bisa diproses untuk menghasilkan biogas. Bahan organik (padat, cair) homogen seperti kotoran dan urine (air kencing) cocok untuk sistem biogas sederhana [6].

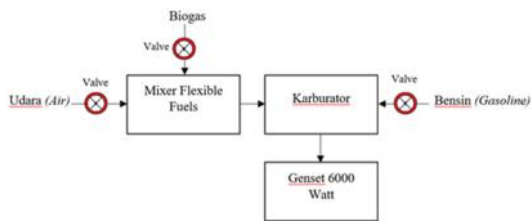
Kandungan yang ada pada biogas meliputi :

1. Metana (CH_4) adalah gas yang dipertimbangkan sebagai bahan bakar yang berguna. Gas ini tidak beracun, tidak berbau, dan lebih ringan dari udara.
2. Karbon dioksida (CO_2) adalah 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) adalah 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 problem dalam proses pembakaran dari biogas.
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 busi.
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 merupakan zat tidak berbahaya, akan menjadi korosif jika berkombinasi dengan (NH_3), (CO_2) dan khususnya (H_2S) dari biogas. Maksimum kandungan air dalam biogas dikembangkan

karena temperatur gas. Bila biogas berair jenuh meninggalkan digester, dengan pendinginan akan menghasilkan kondensasi air [7].

2.2. Mixer Flexible Fuels

Mixer flexible fuels atau alat pencampur bahan bakar fleksibel adalah suatu alat yang digunakan untuk mengalirkan dan mencampur bahan bakar biogas dengan udara menuju ke karburator dan intake manifold agar mesin dapat beroperasi menggunakan bahan bakar biogas yang sudah dimurnikan dari karbon dioksida (CO_2), hydrogen sulfida (H_2S), dan uap air (H_2O). Memodifikasi mesin dengan meningkatkan tekanan kompresi, dan perubahan pengapian dengan perubahan celah katup (*valve*) pada mesin tidak akan cukup untuk membuat mesin dapat beroperasi menggunakan bahan bakar biogas, karena bahan bakar biogas memerlukan pencampuran udara dan tekanan yang optimal agar biogas dapat terbakar di dalam ruang bakar mesin. Maka dari itu *mixer flexible* ini dibuat agar memudahkan bahan bakar biogas bercampur dengan udara dan mengalirkan biogas ke dalam ruang bakar dengan tekanan yang optimal, sehingga biogas dapat terbakar pada langkah kompresi dan mesin dapat bekerja menggunakan bahan bakar biogas seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Skema Mixer Fleksibel Fuels

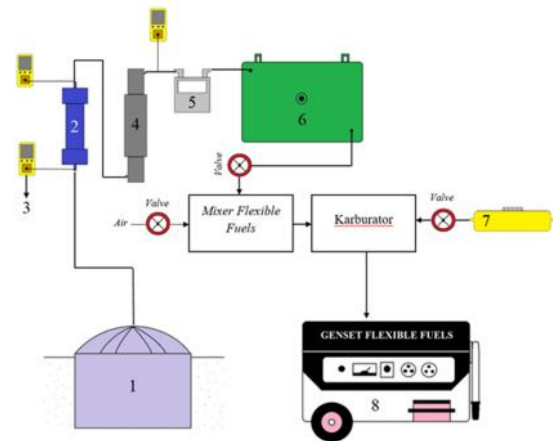
3. Metode Penelitian

3.1. Alat dan Bahan Penelitian

- Biogas (biogas yang digunakan diambil pada waktu yang bersamaan agar komposisi dari biogas itu sama)
- Desulfurizer adalah sebuah alat yang digunakan untuk memurnikan biogas dari gas pengotor H_2S (*hydrogen sulfida*).
- CO_2 *remover* adalah sebuah alat yang digunakan untuk memurnikan biogas dari gas pengotor CO_2 (*carbon dioxide*).
- Kalsium Klorida yang digunakan untuk memurnikan biogas dari H_2O yang terdandung dalam biogas.
- Bag Biogas berfungsi untuk menampung biogas yang sudah dimurnikan dari gas pengotor.
- Volume meter adalah sebuah alat yang digunakan mengukur volume aliran biogas yang masuk kedalam *bag* penampungan biogas dengan ketelitian $0,001\text{m}^3$.
- Multi gas Detektor adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai alat untuk mengukur kandungan gas

- Karburator dan *Mixer Fleksibel Fuels* yang berfungsi sebagai tempat bercampurnya biogas, dan bensin dengan Udara.

Ilustrasi alat dan bahan penelitian ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Instalasi Penelitian

Keterangan:

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| 1. Degester | 6. Bag Biogas |
| 2. Desulfurizer | 7. Tangki Bensin |
| 3. Multi Gas Detector | 8. Genset 6000 Watt |
| 4. CO_2 Remover | |
| 5. Volume Meter | |

3.2. Pengambilan Data

Pada Proses pengambilan data dari genset bensin yang sudah di modifikasi menjadi genset fleksibel *fuels* yang bisa menggunakan bahan bakar fleksibel (biogas dan bensin) dilakukan dengan berpa cara, yaitu :

- Untuk pengambilan bahan bakar biogas yang dimurnikan dari $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$, biogas yang berada pada digester dialirkan terlebih dahulu ke dalam *desulfurizer* yang berfungsi sebagai pemurni H_2S 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_2O . 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 $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$, hanya saja sebelum masuk ke dalam volume meter harus di alirkan ke dalam CO_2 *remover*.
- 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 250 watt. Untuk membantu mengukur waktu pengujian uji

konsumsi bahan bakar digunakan stopwatch. Untuk pengujian emisi gas buang, dilakukan dengan cara menghubungkan alat uji emisi gas buang ke knalpot genset, lalu cek pada monitor alat uji emisi gas buang berapa kandungan HC dan CO yang didapatkan pada masing - masing pengujian. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap bahan bakar dan dengan pembebanan maupun tanpa pembebanan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

Dari hasil pengambilan data uji sebanyak 3 kali, pada tabel 1 akan ditunjukkan hasil dari uji konsumsi dan emisi gas buang bahan bakar biogas yang dimurnikan dari H₂S + H₂O.

Tabel 1. Hasil konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang Biogas yang dimurnikan H₂S + H₂O.

BIOGAS 200L, CH ₄ = 28%, CO ₂ = 2%, H ₂ S= 287ppm				
NO	PEMBEBANAN	PENGUJIAN		
		Uji konsumsi bahan bakar (menit)	Uji emisi gas buang	
			CO (%)	HC (ppm)
1	Tanpa Pembebanan	4.49	0,08	21
		4.56	0,05	15
		4.53	0,06	16
	rata-rata		4.52	0,06
2	Pembebanan 250 watt	4.45	0,06	20
		4.45	0,03	15
		4.35	0,12	31
	rata-rata		4.41	0,07

Selanjutnya pada tabel 2 ditunjukkan hasil uji konsumsi dan emisi gas buang bahan bakar biogas yang dimurnikan dari H₂S + H₂O + CO₂.

Tabel 2. Hasil konsumsi bahan dan emisi gas buang bakar Biogas yang dimurnikan H₂S + H₂O + CO₂.

BIOGAS 200L, CH ₄ = 27%, CO ₂ = 0%, H ₂ S= 281ppm				
NO	PEMBEBANAN	PENGUJIAN		
		Uji konsumsi bahan bakar (menit)	Uji emisi gas buang	
			CO (%)	HC (ppm)
1	Tanpa Pembebanan	4.58	0,03	17
		4.59	0,04	18
		4.54	0,03	16
	rata-rata		4.57	0,04
2	Pembebanan 250 watt	4.42	0,03	14
		4.45	0,03	16
		4.47	0,04	16
	rata-rata		4.44	0,04

Pada tabel 3 ditunjukkan hasil uji konsumsi dan emisi gas buang bahan bakar bensin (pertalite).

Tabel 3. Hasil konsumsi bahan dan emisi gas buang bakar bensin (Pertalite).

PERTALITE 100 ML				
NO	PEMBEBANAN	PENGUJIAN		
		Uji konsumsi bahan bakar (menit)	Uji emisi gas buang	
			CO (%)	HC (ppm)
1	Tanpa Pembebanan	4.26	2,79	45
		4.21	5,15	63
		4.25	3,81	51
	rata-rata		4.24	3,91
2	Pembebanan 250 watt	4.08	3,01	50
		4.01	2,54	45
		4.09	4,97	68
	rata-rata		4.06	3,50

Untuk tabel 4 ditunjukkan hasil masing - masing laju aliran dari ketiga jenis bahan bakar.

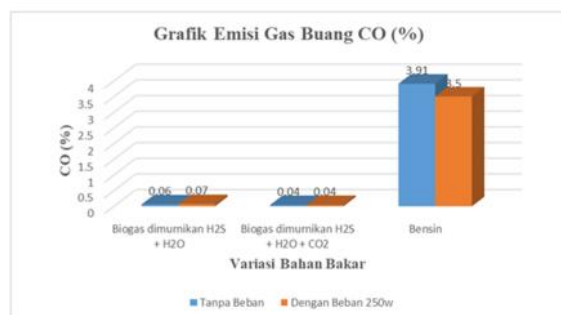
Tabel 4. Perhitungan laju aliran pada setiap bahan bakar.

Laju Aliran Bahan Bakar					
No	Jenis Bahan Bakar	Beban (watt)	Jumlah bahan bakar (liter)	Waktu rata rata (menit)	jalu aliran (liter/mnt)
1	Biogas Pemurnian H ₂ S + H ₂ O	0	200	4,52	44,24
		250	200	4,41	45,35
2	Biogas Pemurnian H ₂ S + H ₂ O + CO ₂	0	200	4,57	43,76
		250	200	4,44	45,04
3	Bensin	0	0,1	4,24	0,023
		250	0,1	4,06	0,024

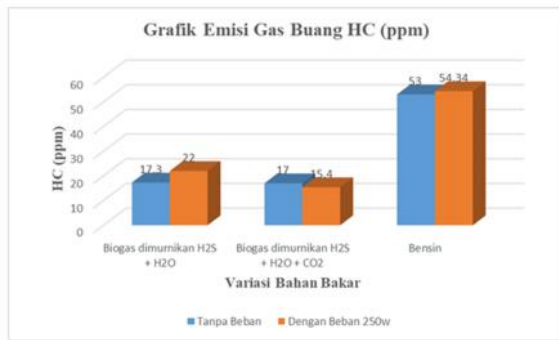
Hasil pengujian konsumsi dan emisi gas buang dari masing - masing bahan bakar dapat ditunjukkan pula dalam bentuk gambar 3 yang menunjukkan laju aliran bahan bakar, gambar 4 yang menunjukkan emisi gas buang kadar CO (%), dan gambar 5 yang menunjukkan emisi gas buang kadar HC (ppm).



Gambar 3. Grafik laju aliran bahan bakar.



Gambar 4. Grafik emisi gas buang CO (%) pada setiap bahan bakar.



Gambar 5. Grafik emisi gas buang HC (ppm) pada setiap bahan bakar.

4.2. Pembahasan

Pada Tabel 1 yang dimana pengujian konsumsi dan emisi gas buang bahan bakar biogas yang dimurnikan dari H₂S + H₂O, didapatkan hasil uji konsumsi bahan bakar yang lebih baik (rendah) terdapat pada bahan bakar biogas tanpa pembebanan dengan nilai rata – rata 4.52 mnt, dan untuk emisi gas buang yang dihasilkan oleh bahan bakar biogas tanpa pembebanan juga lebih baik dari pada bahan bakar biogas dengan pembebanan dengan nilai kadar CO = 0,06 % dan untuk kadar HC = 17,3 ppm.

Kemudian pada Tabel 2 bahan bakar biogas yang dimurnikan dari H₂S + H₂O + CO₂, didapatkan hasil uji konsumsi yang terbaik pada bahan biogas tanpa pembebanan dengan nilai rata - rata 4.57 mnt, sedangkan untuk emisi gas buang mendapatkan hasil yang sama pada bahan bakar biogas dengan pembebanan maupun tanpa pembebanan yaitu memiliki kadar CO sama-sama 0,04 %, dan untuk kadar HC biogas dengan pembebanan mendapat hasil yang lebih baik yaitu 15,4 ppm.

Pada Tabel 3 bahan bakar bensin (pertalite), didapatkan hasil uji konsumsi yang terbaik pada bahan bakar bensin tanpa pembebanan dengan nilai rata – rata 4.24 mnt, ini dikarenakan pada saat mesin genset beroperasi tidak mengeluarkan daya sehingga menyebabkan konsumsi bahan bakarnya lebih baik dibandingkan dengan yang diberikan beban (pengeluaran daya). Dan hasil emisi gas buang bahan bakar bensin dengan pembebanan mendapat kadar CO yang lebih baik yaitu 3,50 % sedangkan pada kadar HC bahan bakar bensin tanpa pembebanan juga mendapat hasil yang lebih baik yaitu 53 ppm.

Untuk Tabel 4 tentang laju aliran bahan bakar, didapatkan bahwa laju aliran yang paling baik (rendah) dari ketiga variasi bahan bakar yang berbeda terdapat pada bahan bakar bensin (pertalite) tanpa pembebanan dengan nilai 0,023 ltr/mnt, kemudian disusul dengan bahan bakar bensin (pertalite) dengan pembebanan dengan nilai 0,024 ltr/mnt. Sedangkan untuk hasil laju aliran yang paling tinggi terdapat pada bahan bakar biogas yang dimurnikan dari H₂S + H₂O dengan pembebanan dengan nilai 45,35 ltr/mnt. Laju aliran yang di hasilkan sangat dipengaruhi oleh nilai kalor pada setiap bahan bakar. Untuk biogas nilai kalor yang dihasilkan antara 4800-6200 kkal/m³, sedangkan nilai kalor gas metana murni

mencapai 8900 kkal/m³, dan untuk bensin (pertalite) nilai kalor yang dihasilkan sebesar 44260,12 kJ/kg.

Pada gambar 3, menjelaskan tentang grafik laju aliran dari ketiga jenis bahan bakar, sedangkan pada gambar 4 menunjukkan hasil uji emisi gas buang kadar CO (%) dari masing – masing bahan bakar, dan yang terakhir gambar 5 menjelaskan tentang emisi gas buang kadar HC (ppm) dari masing – masing bahan bakar.

Adanya variasi pembebanan 250 watt dan tanpa adanya pembebanan pada masing – masing bahan bakar, menunjukkan penurunan waktu yang di dapat pada saat menggunakan beban sebanyak 250 watt untuk menghidupkan genset. Itu disebabkan genset perlu mempertahankan kecepatan putarannya sehingga voltase pada generator dapat stabil. Dengan beban sebanyak 250 watt, genset ini mengeluarkan 0,2% tenaga lebih banyak daripada tanpa adanya pembebanan, Itu menyebabkan adanya perbedaan yang signifikan pada bahan bakar biogas yang telah dimurnikan oleh H₂S+H₂O, maupun biogas yang di murnikan oleh H₂S+H₂O +CO₂ 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 H₂S + H₂O, biogas yang di murnikan H₂S + H₂O + CO₂, dan juga bensin (pertalite) pada genset yang sudah di *Converting* menjadi fleksibel fuels, dapatdi tarik kesimpulan antara lain:

1. Modifikasi genset berbahan bakar bensin menjadi fleksibel *fuels* biogas dan bensin dengan menggunakan skema yang sudah dibuat berjalan dengan baik.
2. Hasil konsumsi bahan bakar biogas yang dimurnikan H₂S + H₂O tanpa pembebanan mendapatkan rata-rata 4.52 menit, sedangkan pada pembebanan mendapatkan rata-rata 4.41 menit. Dan untuk hasil emisi gas buang biogas yang dimurnikan H₂S + H₂O tanpa pembebanan mendapatkan rata-rata kadar CO = 0,06 % dan kadar HC = 17,3 ppm, sedangkan pada pembebanan mendapatkan rata-rata kadar CO = 0,07 % dan kadar HC = 22 ppm.
3. Hasil konsumsi bahan bakar biogas yang dimurnikan H₂S + H₂O + CO₂ tanpa pembebanan mendapatkan rata-rata 4.57 menit, sedangkan pada pembebanan mendapatkan rata-rata 4.44 menit. Dan untuk hasil emisi gas buang biogas yang dimurnikan H₂S + H₂O + CO₂ tanpa pembebanan mendapatkan rata-rata kadar CO = 0,04 % dan kadar HC = 17 ppm, sedangkan pada pembebanan mendapatkan rata-rata kadar CO = 0,04 % dan kadar HC = 15,4 ppm.
4. Hasil konsumsi bahan bakar bensin (pertalite) tanpa pembebanan mendapatkan rata-rata 4.24 menit, sedangkan pada pembebanan

mendapatkan rata-rata 4.06 menit. Dan untuk hasil emisi gas buang bensin (pertalite) tanpa pembebanan mendapatkan rata-rata kadar CO = 3,91 % dan kadar HC = 53 ppm, sedangkan pada pembebanan mendapatkan rata-rata kadar CO = 3,50 % dan kadar HC = 54,34 ppm.

5. Hasil dari uji emisi gas buang yang terbaik didapatkan oleh bahan bakar biogas yang dimurnikan dari H₂S + H₂O maupun juga yang dimurnikan dari H₂S + H₂O + CO₂ yang sama – sama memiliki hasil emisi gas buang yang baik (rendah) dibandingkan dengan bahan bakar bensin (pertalite). Dan pengujian ini sekaligus membuktikan bahwa bahan bakar biogas terbukti lebih ramah lingkungan daripada bahan bakar lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] Ii, B. A. B., & Pustaka, T., 1977, (*Sumber: Pudjanarso dan Nursuhud, 2006*). 5–34.
- [2] Wahyuni, S., 2013, *Panduan Praktis Biogas*, Penebar Swadaya Grup.
- [3] Gustiar, F., Suwignyo, R. A., . S., & . M., 2014, *Reduksi Gas Metan (CH₄) dengan Meningkatkan Komposisi Konsentrat dalam Pakan Ternak Sapi*, Jurnal Peternakan Sriwijaya, 3(1), 14–24, <https://doi.org/10.33230/jps.3.1.2014.1728>
- [4] Wijaya, G., 2018, *Mengubah (Converting) Mesin Genset Diesel Silinder Tunggal Menjadi Berbahan Bakar Fleksibel Biogas Atau LPG Guna Wijaya*, Tjokorda Tirta Nindhia dan Wayan Surata. 7(2), 136–142.
- [5] Tumilar, G. P., Lisi, F., & Pakiding, M., 2015, *Optimalisasi Penggunaan Bahan Bakar Pada Generator Set Dengan Menggunakan Proses Elektrolisis*, 77–88.
- [6] Hastuti, D. 2009, *Aplikasi Teknologi Biogas Guna Menunjang Kesejahteraan Petani Ternak*, Mediagro, 5(1), 20–26. Retrieved from <http://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/Mediagro/article/view/892/1004>.
- [7] Deublein, D., 2008, *Book Review Biogas from Waste and Renewable Resources An Introduction*. Editors, A.S., Gmbh, W.V., & Kga, C., 7(4), 483–485.



I Gede Artha Negara telah menyelesaikan studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana dari tahun 2015 sampai 2019. Ia menyelesaikan studi program sarjana dengan topik penelitian Modifikasi Mesin Genset Bensin 6000 Watt Menjadi Fleksibel *Fuels* (Biogas Dan Bensin)