

Mengubah (Converting) Mesin Genset Diesel Silinder Tunggal Menjadi Berbahan Bakar Fleksibel Biogas Atau LPG

Guna Wijaya, Tjokorda Tirta Nindhia dan Wayan Surata
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana

Abstrak

Biogas adalah salah satu energy alternatif yang saat ini banyak dikembangkan di Indonesia khususnya di Bali melalui sistem pertanian terintegrasi (SIMANTRI) sehingga bisa menghasilkan energi untuk pengganti bahan bakar fosil antara lain untuk menghidupkan genset berbahan bakar biogas, biogas berasal dari limbah kotoran ternak sapi bali. Biogas dapat digunakan secara maksimal sebagai bahan bakar jika kandungan gas H_2S dihilangkan karena menyebabkan kerusakan korosi pada komponen mesin atau kompor biogas. Mesin diesel yang terdapat pada genset tidak dapat menyala dengan menggunakan bahan bakar 100% biogas atau LPG saja sehingga perlu perubahan dan penambahan sistem pengapian busi dan disain mixer fuel pada intake manifold mesin genset diesel. Metode yang digunakan untuk pengujian konsumsi bahan bakar genset diesel yang sudah diubah menjadi genset berbahan fleksibel biogas atau LPG adalah mengisi bag dengan bahan bakar biogas yg sudah dimurnikan dari CO_2 , H_2S , H_2O dan biogas yang dimurnikan dari gas H_2S dan H_2O atau LPG sebanyak 200 liter dan di variasikan tanpa beban dan diberi beban 360 watt sampai biogas atau LPG dalam bag habis dan catat yang di dapat. Hasil penelitian menunjukan bahwa menggunakan bahan bakar 200 liter biogas yang dimurnikan dari CO_2 , H_2S dan H_2O mampu menghidupkan genset lebih lama yaitu dengan waktu rata-rata tanpa beban 12,37 menit sedangkan dengan beban didapat waktu rata-rata 10,40 menit dari biogas yang dimurnikan dari gas H_2S dan H_2O saja yaitu mendapat waktu rata-rata tanpa beban 08,42 menit dan dengan beban mendapat 07,03 menit, pengujian menggunakan 200 liter gas LPG mendapat waktu lebih lama dari biogas waktu rata-rata tanpa beban 50,98 menit dan waktu yang di dapat dengan diberi beban 46,39 menit. Hal itu menunjukan bahwa nilai kalor biogas lebih rendah dari pada gas LPG

Kata kunci : Biogas, LPG, Fleksibel fuel, Genset diesel.

Abstract

Biogas is the alternative energy which is now widely developed in Indonesia especially in Bali through integrated agricultural system (SIMANTRI) so that it can produce energy to substitute fossil fuel for example to turn on biogas generator set, biogas derived from cow dung waste. Biogas can be used maximally as fuel if the H_2S gas content is eliminated because it causes corrosion damage to engine components or biogas stoves. Diesel engines contained in the generator can not be burned by using 100% fuel biogas or LPG only so it needs to change and the addition of spark plug ignition system and fuel mixer design on intake manifold diesel generator sets. The method used for testing the fuel consumption of diesel generators that have been converted into generic biogas or LPG generator sets is to fill the bag with biogas fuel which has been purified from CO_2 , H_2S , H_2O and biogas which is purified from H_2S gas and H_2O or LPG as much 200 liters and varied without load and given 360 watts of load until biogas or LPG in bag out and count the time in the can. The results showed that using biogas fuel purified from CO_2 , H_2S and H_2O able to turn on the genset longer with average time without load 12.37 minutes with the load obtained an average time of 10.40 minutes of biogas is purified from H_2S and H_2O gas alone is got an average time without a load of 08.42 minutes and with a load of 07.03 minutes, the test using 200 liters of LPG gas gets longer than the average time biogas without load 50.98 minutes and time which can be given a load of 46.39 minutes. It shows that the calorific value of biogas is lower than LPG.

Keywords: Biogas, LPG, Flexible fuel, Genset diesel.

1. Pendahuluan

Selama ini kita terlalu tergantung pada bahan bakar fosil yang mungkin suatu saat nanti akan bisa habis. Bersamaan dengan itu dihadapan kita ada banyak energy alternatif yang bisa dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar fosil antara lain yaitu biogas yang dihasilkan dari limbah sapi bali yang ada di sistem pertanian terintegrasi (SIMANTRI).

Biogas sudah banyak dikembangkan di Indonesia dan khususnya di Bali biogas dikembangkan melalui program sistem pertanian terintegrasi (Simantri) yang telah diluncurkan oleh pemerintah

daerah Bali dalam rangka meningkatkan sistem pertanian.

Dalam pengembangan biogas simantri memiliki potensi yang sangat besar, namun hal itu justru menjadi masalah terhadap lingkungan, karena biogas belum dimanfaatkan secara optimal di setiap simantri dan hanya digunakan oleh petani untuk memasak saja.

Dengan banyaknya simantri yang terbentuk di Bali kebutuhan untuk pengolahan limbah ternak akan semakin meningkat. Pengolahan limbah yang semakin meningkat membuat produksi biogas tentunya juga akan meningkat. Salah satu cara untuk

meningkatkan penggunaan biogas agar tidak menyebabkan pemanasan global adalah dengan cara memanfaatkan biogas tersebut. Biogas yang sudah tersedia di Bali digunakan untuk menghidupkan genset yang akan menghasilkan arus listrik. Genset berbahan bakar biogas dipasaran saat ini sedikit mengalami kesulitan karena genset berbahan bakar biogas belum banyak tersedia dipasaran. Masalah yang terjadi ini membuat penulis terpacu untuk mengubah genset diesel berbahan bakar solar yang sudah ada banyak dipasaran dengan harga terjangkau menjadi bahan bakar fleksibel biogas atau LPG yang bermanfaat bagi masyarakat dan disetiap simantri khususnya. Masyarakat dapat merasakan manfaatnya antara lain untuk: penerangan, pendukung produksi pupuk, menghidupkan pompa, dan lain-lain. Pemanfaatan biogas yang sudah dilakukan akan dapat membantu mengurangi bahaya emisi gas rumah kaca yang diakibatkan oleh biogas yang tidak dimanfaatkan.

Dalam hal ini ada beberapa yang harus di kaji yaitu:

1. Bagaimana menemukan teknik untuk mengubah genset disel sehingga dapat dioperasikan dengan 2 jenis bahan bakar yaitu biogas atau gas LPG?
2. Meneliti berapa konsumsi bahan bakar biogas dari mesin genset disel yang telah dirubah menjadi berbahan bakar biogas atau gas LPG?

Beberapa batasan ditetapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Mesin disel yang di gunakan adalah mesin disel silinder tunggal merek Dongfeng 7,5 HP buatan China.
2. Biogas yang digunakan dari limbah ternak sapi Bali yang ada di SIMANTRI

2. Dasar Teori

2.1 Pengertian Biogas

Biogas adalah berbagai macam limbah organik atau kotoran ternak yang difermentasi dalam digester dengan bakteri yang dapat hidup dalam kondisi kedap udara (anaerob). Bakteri anaerob terdapat pada semua jenis limbah organik yang bisa difermentasi dalam digester agar dapat menghasilkan biogas. Bahan yang cocok untuk system penghasil biogas yang sederhana dalam digester adalah limbah kotoran ternak yang padat maupun urine[1].

Sifat-sifat dari gas utama yang terkandung dalam biogas tersebut yaitu di jelaskan sebagai berikut:

1. Metana (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 ruang bakar dan berkombinasi dengan NH_3 dan H_2S dari biogas. Bila biogas berair jenuh di dalam digester maka pendinginan akan menghasilkan kondensasi air [2]

2.2 Hidrogen Sulfida

Hidrogen sulfida (H_2S) merupakan gas pengotor yang terdapat dalam gas-gas komersial. Biogas mengandung gas-gas yang tidak bermanfaat untuk pembakaran yaitu gas hydrogen sulfida H_2S , karbon dioksida (CO_2), dan uap air (H_2O). Gas pengotor ini akan sangat mempengaruhi mesin saat beroperasi maka akan dilakukannya pemurnian agar kerja mesin menjadi lebih maksimal. Gas pengotor H_2S merupakan gas yang berbau dan mematikan serta sangat korosif bagi berbagai jenis logam, sehingga membatasi penggunaan untuk bahan bakar, maka H_2S harus dihilangkan dengan cara menggunakan geram besi sebagai bahan yang efektif untuk memurnikan biogas dari gas pengotor H_2S [3].

2.3 Pemurnian biogas dari H_2S

Proses mereaksikan geram besi oksida (Fe_2O_3) menjadi besi hidroksida ($Fe_2(OH)_3$) dapat dilakukan dengan jalan membakar geram besi sampai berwarna merah dan didinginkan dengan pendingin lambat untuk mendapatkan bentuk bilet yang lebih sempurna proses yang dilakukan adalah membakar terlebih dahulu kemudian dipres untuk menghasilkan geram besi yang berpori dengan permeabilitas yang tepat sehingga reaksi penyerapan H_2S dapat berlangsung sempurna dan biogas mampu mengalir dengan lancar tanpa tersumbat. Geram besi yang terdiri dari besi oksida dan besi hidroksida yang telah telah digunakan dapat digunakan kembali untuk menangkap hydrogen sulfide dengan mereaksikan oksigen dan air[4].

2.4 Pemurnian biogas dari Karbondioksida

Karbondioksida (CO_2) juga satu masalah dalam pembakaran maka cara untuk menghilangkan gas pengotor karbondioksida (CO_2) dari biogas yaitu salah satunya dimurnikan dengan KOH (kalium hidroksida) berbentuk kristal padat dan sekam padi, apabila KOH (kalium hidroksida) kristal padat dan sekam padi di lewatkan karbondioksida (CO_2) akan terjadi perubahan bentuk dari padat menjadi cair. Ini membuktikan pada penelitian yang menggunakan campuran KOH (kalium hidroksida) dengan sekam padi dapat menurunkan kadar karbondioksida (CO_2) pada biogas hingga 100%. Hal ini mengakibatkan kadar metana (CH_4) menjadi lebih tinggi sehingga dengan ini bisa meningkatkan nilai kalor dari biogas tersebut [5].

2.5 Pemurnian biogas dari H_2O

Uap air (H_2O) juga mempengaruhi pembakaran karena uap air tidak akan terbakar pada ruang bakar. Apabila uap air mengenai logam akan terjadi korosi ditambah lagi H_2S , akan sangat berpengaruh terhadap komponen komponen mesin yang terbuat dari logam tersebut. Maka kadar H_2O bisa diturunkan atau dihilangkan dengan cara terabsorpsi kalsium oksida (CaO) dan natrium sulfida (Na_2SO_4). Uap air juga dapat dihilangkan dengan cara memasukkan serap air atau kalsium klorida (CaCl) ke dalam bag biogas yang sudah terisi biogas[6].

2.6 Mesin Diesel

Mesin diesel adalah mesin pembakaran dalam yang siklus kerjanya hampir sama seperti motor bensin. Tetapi pada motor diesel tidak menggunakan busi melainkan menggunakan injector, rasio kompresi mesin disel relative tinggi yaitu dari 17-22 yang bertujuan agar udara yang di kompresi memiliki suhu yang tinggi sehingga bahan bakar solar dapat menyala dengan sendirinya tanpa di percikan bunga api melalui busi[7].

2.7 Mesin Biogas

Motor diesel tidak dapat di hidupkan dengan menggunakan bahan bakar 100% biogas sehingga masih diperlukan sedikit soalar untuk pemicu ledakan di awal pembakaran dan solar juga akan melumasi injektor, sehingga motor diesel harus ditambahkan system pengapian busi maka motor disel dapat dihidupkan dengan menggunakan bahan bakar 100% biogas[8].

2.8 Generator Listrik

Generator listrik adalah perangkat penghasil arus listrik dengan Prinsip kerja berdasarkan hukum Faraday, sehingga generator listrik perlu digabung dengan mesin bantu untuk memutar generator seperti kincir angin atau mesin penggerak lainnya (prime over) maka generator listrik akan menghasilkan listrik dan bisa di manfaatkan sebagai energy[9].

3. Metode Penelitian

3.1 Alat dan bahan penelitian

- Biogas (biogas diambil pada waktu dan tempat yang sama)
- Kalium hidroksida (untuk menyerap CO_2 pada biogas)
- Sekam padi (sebagai pengikat KOH agar memberikan aliran terhadap biogas)
- Serap air atau kalsium klorida (CaCl digunakan untuk memurnikan biogas dari H_2O yang terdandung dalam biogas.
- Bag biogas berfungsi menampung biogas yang sudah dimurnikan dari gas pengotor H_2S dan CO_2 sekaligus wadah untuk proses pemurnian biogas dari H_2O dengan menggunakan serap air (CaCl).
- Volume meter digunakan untuk mengukur volume aliran biogas yang masuk kedalam bag penampungan biogas dengan ketelitian 0,001m³
- Genset Diesel sebagai pengubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan engine memutar generator atau alternator sehingga terciptanya arus listrik.
- Rencana bangun mixer fleksible fuel yaitu sebagai alat pencampuran udara dengan bahan bakar Biogas atau LPG dan juga untuk mengatur RPM mesin
- Multi Gas Detector berfungsi untuk mengukur / mendeteksi kandungan CO_2 (karbondioksida), CH_4 (metana) dan H_2S (Hidrogen Sulfida) dengan ketelitian CO_2 (karbondioksida) : 100%Vol, CH_4 (metana) : 100%Vol, dan H_2S (hidrogen Sulfida) : 999 ppm.
- Aki 12V sebagai sumber arus DC untuk dialirkan ke CDI.
- Pulser sebagai penanda kapan busi memercikan bunga api listrik pada saat langkah usaha.
- Travo sebagai penurun tegangan dari 220V ke 12V yang dialirkan ke diode.
- Diode sebagai pengubah arus AC menjadi DC.
- CDI (Capasitor Discharge Ignition) sebagai mengatur waktu kapan waktunya busi memercikan bunga api listrik dengan memanfaatkan energi yang disimpan oleh Capasitor untuk menghasilkan tegangan tinggi ke koil pengapian.
- Coil sebagai penambah tegangan dari tegangan rendah ketegangan tinggi untuk menghasilkan

bunga api pada busi. Tegangan tersebut mencapai 5000 sampai 25000 V

- p) Busi sebagai penghantar bunga api ke ruang bakar.
- q) Silinder Head Modifikasi dari awalnya menggunakan injector dirubah menjadi dudukan busi untuk memercikan bunga api.

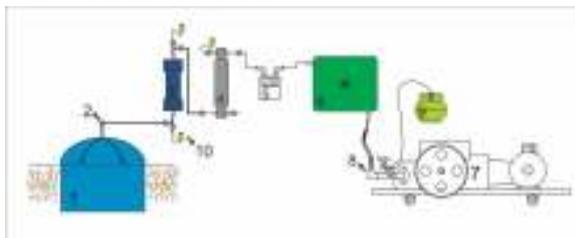
Adapun langkah – langkah Pembutan Pemurnian biogas yaitu :

1. Beli dan siapkan plat dan pipa $\frac{3}{4}$ Timbang sekam padi dengan massa 238gram.
2. Las pipa dan plat sesuai dengan disain yang telah di tentukan.
3. Pasang keran dan pasang mixer fleksibel fuel pada intake manifold.

3.2 Instalasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan rangkaian atau instalasi yang ditunjukkan pada gambar 3.18, pertama biogas yang keluar dari digester menuju desulfurizer untuk menghilangkan gas H₂S kemudian mengalir ke CO₂ remover untuk menghilangkan gas CO₂, lalu mengalir ke volume meter untuk mengetahui jumlah biogas yang mengalir kedalam bag penampungan biogas hingga terisi penuh. Uap air yang ada pada biogas kemudian akan dihilangkan didalam bag penampungan dengan cara bag tersebut diisi dengan serap air atau kalsium klorida (CaCl). Dengan adanya vakum dari ruang bakar mesin maka biogas yang ada dalam bag penampungan akan terisap untuk masuk keruang bakar yang terlebih dahulu melalui mixer fleksible fuel, manifold, ruang bakar, dan setelah terjadinya langkah usaha pada mesin, gas sisa pembakaran keluar melalui knalpot, begitu juga aliran menggunakan LPG.

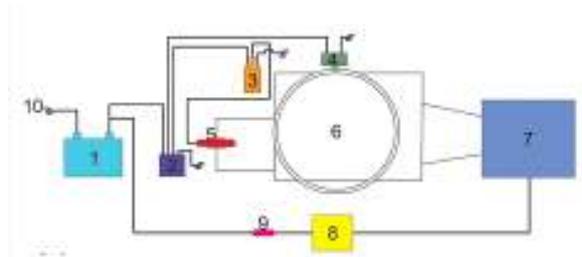
3.3 Instalasi Penelitian



Gambar 1.Instalasi Pemurnian Biogas

Keterangan :

1. Digester
2. Stop Kran
3. Desulfurizer
4. CO2 Remover
5. Volume Meter
6. Bag Biogas
7. Genset Diesel
8. Mixer Fleksible Fuel
9. LPG
10. Gas tester



Gambar 2. Instalasi pengapian mesin biogas

Keterangan

- | | |
|----------------------|----------|
| 1. Aki 12 volt | 8. Travo |
| 2. CDI | 9. Dioda |
| 3. Coil | |
| 4. Pulser | |
| 5. Busi | |
| 6. Mesin disel | |
| 7. Generator listrik | |

3.4 Pengambilan data

Pada proses uji konsumsi bahan bakar biogas dan LPG pada genset diesel yang sudah diubah menjadi genset berbahan fleksible fuel dilakukan dengan cara menampung bahan bakar biogas atau LPG terlebih dahulu kedalam bag dengan kapasitas 200 liter lalu alirkan kemixer fuel genset dan start genset, pada saat genset sudah hidup kita dapat menghitung waktu genset mulai hidup sampai genset mati karena bahan bakar sudah habis dalam bag dengan stopwatch. Pengujian konsumsi bahan bakar ini dilakukan dengan dua cara yaitu tanpa melakukan pembebanan (0 watt pemakaian) pada genset dan membebani genset dengan 336watt. Sebelum melakukan pengujian konsumsi bahan bakar biogas maupun LPG dengan beban atau tanpa beban dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali kemudian hasilnya akan dirata-ratakan, biogas harus dimurnikan terlebih dahulu dari H₂S,dan H₂O saja serta dimurnikan dari H₂S, CO₂, dan H₂O. Komposisi kandungan biogas dapat diukur dengan alat ukur Multi Gas Detector selama 60 detik dengan aliran 3 liter/menit.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

Data hasil penelitian di catat pada saat pengukuran uji konsumsi bahan bakar kemudian dirata-ratakan, dan disajikan dalam bentuk table dan grafik berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran uji konsumsi bahan bakar dan Rata – rata laju aliran pembakaran.

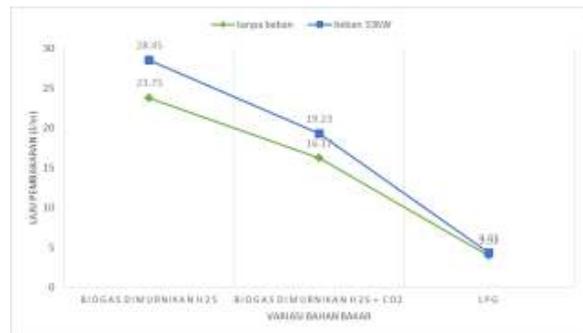
Pengujian Dengan Biogasn 200L yang Dimurnikan dari H ₂ S dan H ₂ O dengn komposisi H ₂ S=0, CO ₂ =19, CH ₄ =50				
No	Beban	Waktu		Rata-rata Laju pembakaran l/m
		Pengujian	Rata-rata	
1	Tanpa Pembebanan	08 m, 11 s	08,42 m	23,75 l/m
		08 m, 08 s		
		08 m, 58 s		
2	Beban 336watt	07 m, 22 s	07,03 m	2845 l/m
		06 m, 48 s		
		06 m, 56 s		

Pengujian dengan Biogasn 200L yang Dimurnikan CO ₂ + H ₂ S. (H ₂ S=0, CO ₂ =0, CH ₄ =76)				
No	Beban	Waktu		Rata-rata Laju pembakaran l/m
		Pengujian	Rata-rata	
1	Tanpa Pembebanan	11 m, 58 s	12,37 m	16,17 l/m
		12 m, 50 s		
		12 m, 18 s		
2	Beban 336watt	09 m, 32 s	10,40 m	19,23 l/m
		11 m, 25 s		
		10 m, 16 s		

Pengujian dengan LPG 200L				
No	Beban	Waktu		Rata-rata Laju pembakaran l/m
		Pengujian	Rata-rata	
1	Tanpa Pembebanan	51 m, 59 s	50,98 m	3,92 l/m
		50 m, 39 s		
		50 m, 19 s		
2	Beban 336watt	46 m, 37 s	46,39 m	4,31 l/m
		45 m, 55 s		
		46 m, 38 s		



Gambar 5. Grafik waktu konsumsi bahan bakar LPG 200L



Gambar 6. Grafik Laju pembakaran bahan bakar



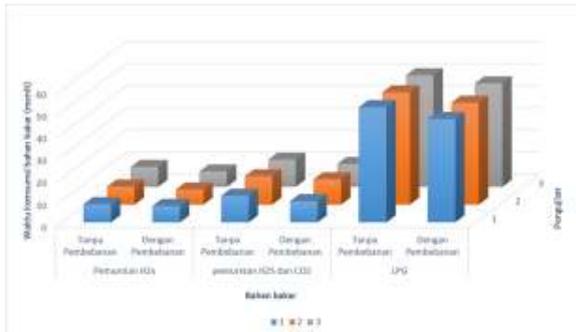
Gambar 3. Grafik waktu konsumsi bahan bakar biogasn 200L yang dimurnikan H₂S



Gambar 4. Grafik waktu konsumsi bahan bakar biogasn 200L yang dimurnikan dari H₂S, CO₂ dan H₂O

4.2 Pembahasan

Pada penelitian ini berdasarkan data yang didapat dari variasi pemurnian biogas yang telah dimurnikan dari gas pengotor H₂S dan H₂O dan pemurnian H₂S, CO₂ dan H₂O serta di tambah variasi pembebanan 336watt dan tanpa dibebani. Biogas yang dimurnikan dari gas pengotor H₂S dan H₂O dengan komposisi kandungan biogas CH₄=50, CO₂=19 dan H₂S=0 waktu hasil pengujian yang didapat rata-rata 08,42 menit tanpa beban dan rata-rata waktu yang didapat dengan beban 336watt yaitu 07,03 menit, sedangkan pemurnian biogas dari gas pengotor H₂S, CO₂ dan H₂O dengan komposisi CH₄=76, CO₂=0 dan H₂S=0 mendapat waktu rata-rata tanpa pembebanan yaitu 12,37 menit dan waktu rata-rata yang didapat dengan beban 336watt yaitu 10,40 menit. Menggunakan bahan bakar LPG waktu rata-rata yang didapat tanpa beban adalah 50,98 menit dan waktu rata-rata yang didapat dengan diberi beban 336watt adalah 46,39 menit. Setiap pengambilan data terjadi perbedaan waktu rata-rata yang didapat antara genset tanpa beban dan diberi beban 336watt itu disebabkan karena konsumsi bahan bakar pada saat diberi beban lebih banyak karena genset harus mempertahankan kecepatan putaran pada saat diberi beban.



Gambar 7. Grafik perbandingan waktu konsumsi bahan bakar biogas dan LPG

Dari hasil pencatatan data yang didapat maka semakin tinggi dan murni kandungan gas metana (CH_4) pada biogas semakin lama mesin atau genset bisa hidup dengan 200L biogas, itu disebabkan kandungan karbondioksida (CO_2) pada biogas sebesar 25–45% ini merupakan presentase yang cukup besar sehingga biogas memiliki nilai kalor yang lebih rendah dibandingkan dengan gas murni. Ketika genset diberi beban maka hasil data yang didapat terjadi penurunan waktu yang didapat atau genset lebih boros terhadap bahan bakar itu dikarenakan perbedaan engine atau mesin pada genset menerima beban sedangkan genset harus mempertahankan kecepatan putaran mesin dan voltase sehingga terjadi perbedaan konsumsi bahan bakar pada genset diberi beban dan tanpa diberi beban, pada tabel terlihat perbedaan waktu yang didapat dari konsumsi bahan bakar biogas dengan LPG hal disebabkan karena nilai kalor biogas jauh lebih rendah dari pada LPG.

Dilihat dari grafik diatas maka dengan adanya beban pada saat pengujian mesin memerlukan lebih banyak bahan bakar untuk menambah tenaga pada genset, dari kinerja genset dengan menggunakan bahan bakar biogas maka perbedaan waktu tidaklah banyak karena beban yang didapat oleh generator hanyalah 12,2% dari kapasitas maksimal generator yaitu 3kw.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa uji konsumsi bahan bakar biogas dan LPG pada genset diesel yang sudah diubah menjadi berbahan bakar fleksibel, maka dapat ditarik kesimpulan antara lain:

1. Biogas yang sudah dimurnikan dari gas pengotor H_2S , CO_2 dan H_2O dapat menghidupkan genset lebih lama dari biogas yang hanya dimurnikan dari gas pengotor H_2S dan H_2O saja.
2. Gas LPG dapat menghidupkan genset lebih lama dari biogas karena nilai kalor dari biogas lebih kecil dari gas LPG.
3. Genset berbahan bakar biogas dapat digunakan secara maksimal dengan terlebih dahulu menghilangkan kandungan gas

pengotor H_2S agar komponen mesin pada genset terhindar dari korosi.

4. Instalasi pengapian sistem dc untuk merubah genset diesel menjadi genset fleksibel fuel biogas atau LPG dapat bekerja dengan baik sehingga mesin dapat hidup dengan baik.
5. Genset diesel tidak dapat hidup menggunakan Biogas atau LPG tanpa menambahkan sistem pengapian busi karena biogas dan LPG tidak dapat menyala dengan tekanan kompresi mesin.
6. Rancangan mixer fuel biogas+udara dan LPG+udara dapat bekerja dengan baik sehingga mesin dapat hidup dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] Wahyuni, S.,2011. “*Menghasilkan Biogas Dari Aneka Limbah*”, Jakarta, Agro Media Pustaka.
- [2] Deublin, D., Anggelika, S.,2008. “*Biogas From Waste And Renewable Resources*”, WLEY-VCH Verlag GmbH &Co.KGAA.
- [3] Metty T. N. K., Nindhia, T.G.T., Sucipta, M., Adiatmika K., Negara, DNKP., Surata W., Komaladewi A. A. I. A. S., (2012), “*Pemurnian Biogas Dari Gas Pengotor Hidrogen Sulfida (H_2S) Dengan Memanfaatkan Limbah Geram Besi Proses Pembubutan*” Jurnal Energi dan Manufaktur Vol.5, No.1. Program Pasca Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana. Bali
- [4] Nindhia, T.G.T., Sucipta, M., Surata, W., Adiatmika, K., Negara, DNKP., dan Negara, KMT., “*Processing of Steel Chips Waste for Regenerative Type of Biogas Desulfurizer*”, International Journal of Energy Research. Vol.3, No.1, 2013
- [5] Suputra I Made Teguh., “*Pemurnian biogas dari gas pengotor CO_2 menggunakan campuran kalium hidroksida padat dengan sekam padi*” Skripsi 2017 Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana.
- [6] Mamun M.R.A., Torii S., (2015) “*Removal of H_2S and H_2O by Chemical Treatment to Upgrade Methane of Biogas Generated from Anaerobic Co-digestion of Organic Biomass Waste*”. International Journal of Mechanical Engineering (IJME), Volume 3, Issue 12, departemen Kamamoto university, Japan.
- [7] Daryanto, Ismanto setyabudi, (2014), “*Teknik Motor Diesel*” Bandung: Alfabeta.

- [8] Gordon Hirst, "*Biogas sebagai Bahan Bakar Mesin Diesel*", ECHO Asia Note #19, 2013.
- [9] Purnomo, J., 2009. "*Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Biogas*", Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.