

Analisis Unjuk Mesin Genset Kerja dengan Bahan Bakar Kombinasi Biogas dan LPG

Analysis of Working Genset Engine Performance with Combination of Biogas and LPG Fuel

Tino Hermanto^{1*}, Muhammad Idris¹, Indra Hermawan¹, Muhammad Akhiruddin¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Medan Area, Medan Estate, Indonesia

*Corresponding author: tinohermanto@staff.uma.ac.id

Diterima: 07-01-2023

Disetujui: 10-01-2023

Dipublikasikan: 14-01-2023

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Energi memiliki peran sangat penting dalam mendukung pembangunan berkelanjutan karena meningkatnya pertumbuhan pembangunan mengakibatkan meningkat pula kebutuhan akan bahan bakar. Dalam unjuk kerja mesin genset ada beberapa parameter penting dalam pengambilan data seperti daya efektif, Torsi, konsumsi bahan bakar spesifik, dan efisiensi thermal. Didalam penelitian ini menggunakan beberapa jenis bahan bakar seperti LPG dan juga Biogas, dimana nantinya diharapkan dapat dijadikan bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental pada mesin genset 4 langkah yang telah dilakukan perubahan pada karbulator berbahan bakar minyak menjadi memakai bahan bakar gas agar dapat digunakan dengan memakai bahan bakar gas LPG maupun Biogas, serta ditambahkan komponen tambahan pada saluran inlet bahan bakar seperti flow meter agar dapat memvariasikan bahan bakar yang masuk kedalam ruang pembakaran. Selain itu juga penelitian ini membandingkan pengaruh bahan bakar LPG dan campuran Biogas dengan LPG terhadap unjuk kerja mesin yang dihasilkan. Hasil keseluruhan pengujian terbaik didapat menggunakan bahan bakar LPG dengan peningkatan Ne: 27,31%, Torsi: 0,05%, SFC: 0,34%, dan Efisiensi Thermal: 4,09% dibandingkan menggunakan bahan bakar kombinasi Biogas dengan LPG.

Kata Kunci: Biogas, LPG, Genset, Unjuk kerja

Abstract

Energy has a very important role in supporting sustainable development because increasing development growth results in an increase in the need for fuel. In the performance of the generator engine, there are several important parameters in data collection such as effective power, torque, specific fuel consumption, and thermal efficiency. In this research, several types of fuels such as LPG and biogas are used, which are expected to be used as alternative fuels that are more environmentally friendly. This research was carried out experimentally on a 4-stroke generator engine which has made changes to the oil-fueled carburetor to use gas fuel so that it can be used using LPG or biogas fuel and added additional components to the fuel inlet line such as a flow meter so that it can be used as fuel. Varying the amount of fuel that enters the combustion chamber. In addition, this study also compares the effect of LPG fuel and a mixture of biogas with LPG on the performance of the resulting engine. The best overall test results were obtained using LPG fuel with an increase in Ne: 27.31%, Torque: 0.05%, SFC: 0.34%, and Thermal Efficiency: 4.09% compared to using a combination of Biogas and LPG fuel.

Keywords: Biogas, LPG, Generator, Engine performance

1. Pendahuluan

Sebagian besar mesin disektor transportasi dan pertanian digerakkan oleh bahan bakar fosil konvensional. Hasil dari mesin yang dioperasikan dengan bahan bakar fosil merupakan ancaman serius bagi lingkungan. Inilah sebabnya mesin yang digerakkan oleh sumber energi terbarukan semakin diperhatikan saat ini.

Secara umum, teknologi biogas dapat mengurangi permasalahan melimpahnya kotoran ternak yang tidak dapat dikelola. Selain dapat mencegah permasalahan lingkungan, biogas yang didapat dari pengolahan sampah kotoran hewan ternak dapat juga menjadikan peternakan mandiri energi. Biogas sudah banyak dilakukan penggunaannya, tetapi umumnya dipergunakan hanya untuk bahan bakar pengganti minyak tanah sebagai keperluan memasak skala rumah tangga. Bahan bakar biogas ini juga dapat digunakan untuk bahan bakar motor bakar. Namun untuk penggunaannya kita terlebih dahulu memodifikasi bagian karburator agar motor bakar dapat menggunakan biogas sebagai bahan bakar.

Penggunaan biogas secara menyeluruh (100%) masih memiliki masalah yaitu tidak optimalnya unjuk kerja sebagai mana yang disampaikan pada penelitian sebelumnya. Kombinasi Biogas : LPG diasumsikan akan mendongkrak unjuk kerja mesin.

Penelitian ini dibuat untuk mengetahui pemakaian biogas untuk pengganti bahan bakar minyak pada motor bakar dengan melakukan pencampuran LPG dan Biogas untuk mengetahui unjuk kerja mesin tersebut.

2. Metode

2.1 Studi literatur

Dalam tulisan ini, literatur-literatur yang digunakan dan dipahami bersumber dari penelitian-penelitian sebelumnya yang juga membahas mengenai biogas sebagai pengganti bahan bakar.

2.2 Rancangan dan prosedur penelitian

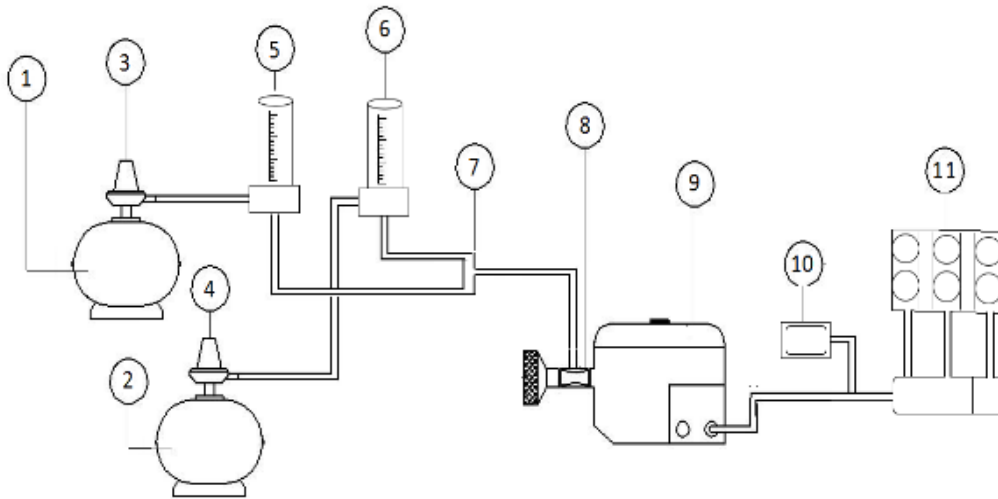
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh bagaimana pengaruh perbandingan unjuk kerja mesin genset memakai bahan bakar LPG dan kombinasi Biogas dan LPG terhadap unjuk kerja mesin genset.

Pengujian dilakukan dengan melakukan eksperimen yang dilakukan dengan mengganti karburator mesin genset biasa dengan karburator LPG dan juga dibagian aliran masuk bahan bakar diberi flow meter gas yang bertujuan untuk mengatur laju aliran bahan bakar yang akan masuk ke ruang bakar. Selanjutnya untuk pengambilan data dilakukan variasi pembebanan pada mesin genset.

Parameter yang diukur dalam penelitian performa unjuk kerja mesin genset seperti ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter unjuk kerja

Parameter	Dimensi
Laju aliran massa	kg/s
Putaran mesin	rpm
Ampere	A
Volt	V



Gambar 1. Skema pengujian engine

Keterangan skema pengujian engine

- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| 1. Tabung Biogas | 7. Cabang penyatu bahan bakar |
| 2. Tabung LPG | 8. Karbulator converter kit |
| 3. Regulator Biogas | 9. Mesin Genset |
| 4. Regulator LPG | 10. Power meter |
| 5. Flow meter Biogas | 11. Lampu beban (6 Lampu) |
| 6. Flow meter LPG | |

Para meter perhitungan Unjuk kerja mesin genset yaitu:

a. Daya efektif

$$Ne = \frac{V \times I \times \cos \theta}{\eta_{mg} \times \eta_t} \text{ [Watt]} \quad (1)$$

Dimana,

Ne = Daya poros (Watt), V = Tegangan (Volt), I = Arus (Amper), Cos = Faktor daya bernilai 1 (konstan) karena hambatan (R) pada generator yang terjadi merupakan hambatan resistensi bukan kapasitif, η_{mg} = Efisiensi mekanis generator nilainya 0,95 dan η_t = Efisiensi transmisi, jika memakai belt nilainya 0,9; jika tidak memakai belt nilainya 1.

b. Torsi

$$\tau = \frac{60 \times Ne}{2\pi n} \text{ [N.m]} \quad (2)$$

Dimana,

τ = Momen torsi (N.m), n = putaran mesin (rpm) dan Ne = Daya efektif (Watt)

c. Konsumsi bahan bakar spesifik

$$SFC = \frac{3600 \times \dot{m}_{bb}}{Ne} \left[\frac{\text{kg}}{\text{kWh}} \right] \quad (3)$$

Dimana,

\dot{m}_{bb} = Laju aliran bahan bakar (kg/s) dan Ne = Daya poros efektif (Watt)

d. Laju aliran fluida

$$\dot{m}_{bb} = Q \times \rho_{Lpg} \quad (4)$$

Dimana,

Q = Kapasitas laju aliran fluida dan ρ = massa jenis bahan bakar

e. Efisiensi thermal

$$\eta_{th} = \frac{Ne}{\dot{m}_{bb} \times LHV_{bb} \times 10^6} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana,

LHV = Nilai kalor (MJ/kg), \dot{m}_{bb} = Laju aliran massa bahan bakar (kg/s) dan Ne = Daya efektif (Watt)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Daya efektif

Semakin meningkat beban yang dikasi, maka semakin besar pula daya yang di dapat. Dari Tabel 2. terlihat bahwa daya efektif lebih tinggi menggunakan bahan bakar LPG dibandingkan dengan Biogas : LPG dipembebanan 600 dan trend diagram diatas mengalami peningkatan disetiap penambahan beban yang dilakukan.

3.2. Torsi

Torsi ini dipengaruhi oleh rotasi poros (RPM) dan daya motor yang dihasilkan oleh generator. Saat rotasi poros (RPM) meningkat, nilai torsi ikut tinggi. Dari Tabel 2 terlihat bahwa torsi lebih tinggi menggunakan bahan bakar LPG dibanding dengan Biogas : LPG dimana selisih torsi pada pembebanan 600 W adalah 0.23 N.m. Untuk kenaikan nilai torsi dapat dilihat pada Tabel 2 bersama rata-rata kenaikannya.

Tabel 2. Nilai daya efektif dan torsi

Pembebanan (W)	Daya Efektif		Torsi	
	LPG	Biogas : LPG	LPG	Biogas : LPG
200	210,79	201,87	0,7	0,71
400	400,63	406,61	1,36	1,44
600	573,98	495	2	1,77
Rata-rata	395,13	367,83	1,35	1,31
$\Delta \%$	6,91		3,45	

3.3. Konsumsi bahan bakar spesifik

Pada Tabel 3. dilihat bahwa konsumsi bahan bakar spesifik pada awal pembebanan terjadi lonjakan yang tinggi dikedua bahan bakar yang disusul penurunan pada pembebanan selanjutnya. Bersamaan dengan semakin tinggi LHV pada bahan bakar akan menurunkan BSFC pada mesin berikut dengan dinaikannya rasio kompresi.

Tab 3. dapat menjelaskan bahwa SFC berbanding terbalik dengan beban. Hal ini disebabkan oleh semakin meningkat beban lampu maka aliran yang masuk kedalam ruang bakar akan lebih tinggi menyebabkan campuran udara dan bahan bakar semakin optimal serta percikan api akan semakin cepat sehingga sfc akan turun. Seterah beban lampu yang meningkat akan menyebabkan pembakaran yang kurang baik disebabkan bahan bakar yang masuk tidak terbakar sempurna. Dimana dari tabel diatas ditunjukkan bahwa menggunakan bahan bakar

LPG, SFC yang didapat lebih tinggi dari pada SFC ketika memakai bahan bakar campuran Biogas dan LPG. Untuk penurunan konsumsi bahan bakar didapat pada tabel 3. serta rata-rata turunnya.

Tabel 3. Nilai SFC dan efisiensi thermal

Pembebanan (W)	Sfc		Thermal	
	LPG	Biogas : LPG	Lpg	Biogas : LPG
200	1,95	1,41	3,01	0,85
400	1,03	0,70	5,72	1,71
600	0,71	0,57	8,19	2,08
Rata-rata	1,23	0,89	5,64	1,55
$\Delta \%$	27,72		72,58	

3.4. Efisiensi thermal

Efisiensi thermal meningkat seiring dengan meningkatnya beban. Satu diantara faktor yang mempengaruhi efisiensi termal ialah aliran massa bahan bakar yang digunakan pada mesin, pada pengoperasiannya tekanan yang masuk ruang bakar dijaga agar stabil. Meskipun tekanan yang digunakan stabil tetapi tetap terdapat peningkatan aliran massa bahan bakar. Hal ini dilihat dengan semakin cepat penurunan tekanan pada pressure regulator.

Dapat dilihat pada Tabel 3. dioperasikan pada pembebanan yang sama efisiensi thermal pada bahan bakar LPG lebih tinggi dibandingkan dengan efisiensi thermal generator berbahan bakar biogas dan LPG. Untuk peningkatan efisiensi thermal dapat dilihat pada Tabel 3. pada bahan bakar LPG, efisiensi thermal tertinggi dicapai pada beban 600 W yaitu sebesar 8,19%.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa besarnya daya maksimum dipeloreh pada pemakaian jenis bahan bakar LPG pada pembebanan lampu 600 Watt dengandaya efektif sebesar 573,98 Watt presentase Kenaikan rata-rata yang didapat sebesar 6,91% dibandingkan ketika mesin memakai jenis bahan bakar campuran Biogas dengan LPG.

Tingginya torsi maksimum didapat pada pemakaian jenis bahan bakar LPG pada pembebanan lampu 600 Watt torsi yang didapat 2 N.m presentase kenaikan rata-rata 3.45% dibandingkan ketika memakai bahan bakar campuran Biogas dengan LPG. Besarnya SFC minimum didapaat pada pemakaian jenis bahan bakar LPG dipembebanan 600 Watt pada SFC optimum sebesar 0,0096 kg/kWh presentase penurunan rata-rata yang didapat sebesar 27,26% dibandingkan denden mesin menggunakan bahan bakar campuran Biogas dan LPG sebesar 0,0077 kg/kWh.

Pada pembebanan 600 Waat SFC optimum sebesar 0,38 kg/HP.Jam atau 0,00051 kg/kWh (Saragih 2013). Perbandingan SFC optimum bahan bakar kombinasi Biogas dan LPG dengan bahan bakar premium didapat presentase 33,33% lebih tinggi menggunakan bahan bakar Kombinasi Biogas dan LPG dibandingkan dengan bahan bakar Premium. Besar efisiensi thermal tertinggi didapat pada pemakaian bahan bakar LPG pada pembeban lampu 600 Watt didapat 8,19% dengan presentase kenaikan 72.58% dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar kombinasi Biogas dengan LPG.

Daftar Pustaka

- Deheri, Chinmay. 2019. "A Review on Performance of Biogas and Hydrogen on Diesel Engine in Dual Fuel Mode." *Fuel*, vol. 260, p. 116337.
- Gunardi, Agem. 2020. "*Biometan Pada Unit Clpdtr Analysis of Generator Performance Fueled With Biogas and Biomethane on Clpdtr Unit*". no. 01, pp. 6–10.
- Philip Kristanto. 2015. Motor Bakar Torak. Edited by Fl. Sigit Suyanto, Andi
- Kurniaty, Ika, and Heri Hermansyah. 2016. "Potensi Pemanfaatan Lpg Sebagai Bahan Bakar Bagi Pengguna Kendaraan". *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*. pp. 1–5.
- Saragih, Rapotan, and Sungkono Kawano. 2013. "*Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium , Pertamina , Pertamina Plus Dan Spiritus Terhadap Unjuk Kerja Engine Genset 4 Langkah*". no. 1.
- Sri Wahyuni. 2018. *Biogas Energi Alternatif Pengganti Bbm Gas Dan Listrik*. 3rd ed., agromedia.
- Syahrul, Ni'am. 2016. "Studi Eksperimental Unjuk Kerja Lpg–Engine Generator Set Berbahan Bakar CNG Variation Of Lpg. Engine Generator Set.