

PENGEMBANGAN GENSET BERBAHAN-BAKAR BIOGAS

Haryadi Mukmin¹⁾, Nur Khakim²⁾, Tedy Saputra¹⁾, Priyan Aras Sandi¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung

²⁾Jurusan Teknik Refrigerasi, Politeknik Negeri Bandung

Email : haryadi.mesin@polban.ac.id¹⁾, bionur.bdg@gmail.com²⁾

Abstrak

Pencemaran lingkungan banyak dihasilkan dari kotoran makhluk hidup, khususnya kotoran hewan ternak. Di daerah Lembang, Kabupaten Bandung Barat, jumlah peternakan sapi menjadi semakin banyak, yang akibatnya jumlah kotoran hewan ternakpun nantinya akan ikut meningkat. Biogas yang dibuat dengan memanfaatkan kotoran hewan ternak, mengandung lebih dari 50% metana, dapat menggantikan peran LPG dan bensin sebagai bahan bakar terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Biogas dapat dimanfaatkan untuk bahan bakar kompor gas ataupun bahan bakar genset. Penelitian ini akan mempelajari penggunaan biogas sebagai bahan bakar genset. Genset yang digunakan adalah genset bensin berkapasitas 2,5 kW yang telah dimodifikasi. Biogas yang akan digunakan sebagai bahan bakar genset, yang berasal dari reaktor dilewatkan melalui filter untuk memperbaiki kualitasnya sebelum digunakan untuk bahan bakar genset. Dari data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa filter dalam pengolahan biogas mampu meningkatkan kualitas biogas, dimana kandungan CH₄ biogas mengalami kenaikan 10%. Secara umum efisiensi genset dengan bahan bakar bensin lebih tinggi dibanding dengan efisiensi genset dengan bahan bakar biogas. Konsumsi bahan bakar paling irit diperoleh pada putaran 2000 rpm, genset bensin masih menghasilkan torsi lebih besar dibandingkan genset biogas. Emisi CO menggunakan bensin lebih tinggi dibandingkan dengan biogas karena semakin tinggi angka oktan semakin kecil emisi CO. Emisi HC menggunakan biogas lebih tinggi dibandingkan dengan bensin karena bahan bakar biogas lebih tidak sempurna dibanding bensin. Hal ini pula yang menyebabkan efisiensi genset lebih rendah ketika menggunakan bahan bakar biogas. Pengoperasian alat secara rutin hendaknya dilakukan guna meminimalkan potensi kegagalan operasi pada mesin.

Kata kunci: biogas, genset, konverter, dehumidifier, filter

Abstract

Alot of environmental pollutions were generated a lot of from waste of living things, particularly livestock manure. In Lembang, West Bandung regency, the number of dairy cow and cattle farms become more and more, with the result that the amount of livestock manure will increase. Biogas is made from livestock manure, containing more than 50% methane, can replace the LPG and gasoline as a renewable fuel that is more environmentally friendly. Biogas can be used to fuel a gas stove or genset. This research will study the use of biogas as a genset fuel. The genset used is gasoline a gasoline generator with capacity of 2.5 kW, which have been modified. The biogas which was used as genset fuel, came from the reactor, passed through a filter to improve its quality before being used. From the experimental data, it can be concluded that the filter in the processing of biogas can improve the quality of biogas, where the content of the CH₄ has increased 10%. In general the efficiency of the generator with gasoline is higher than the efficiency of biogas generators with fuel. The most economical fuel consumption was at 2000 rpm rotation, gasoline generators still generate greater torque than a biogas generator. CO emissions using gasoline is higher than the biogas, likely because of biogas has mere simple melecule structre. HC emissions using biogas is higher than gasoline, likely because of more uncomplete combustion in biogas genset more than the gasoline one. This phenomenon causes engine with biogas fuel exhibits lower efficiency. Tthe genset should be operated regularly in order to minimize potential failur.

Keywords: biogas, generators, converters, dehumidifier, filter

PENDAHULUAN

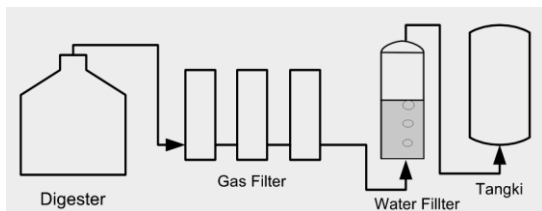
Aktivitas pencemaran lingkungan banyak dihasilkan dari kotoran makhluk hidup, khususnya kotoran hewan ternak. Di daerah Lembang, Kabupaten Bandung Barat, jumlah peternakan sapi menjadi semakin banyak karena telah oleh pemerintah telah dipilih menjadi salah satu daerah program pengembangan (Dinas Pertanian dan

Peternakan Jawa Barat 2015), yang mengakibatkan jumlah peningkatan jumlah kotoran hewan ternak. Menyikapi permasalahan tersebut, tindakan yang dinilai tepat dilakukan saat ini adalah memproduksi biogas dari kotoran ternak. Dengan demikian, akan diperoleh sumber energi yang ketersediaannya melimpah, dan membantu menyelesaikan masalah limbah,

Biogas yang dibuat dengan memanfaatkan kotoran hewan ternak, mengandung lebih dari 50% metana, dapat menggantikan peran LPG dan bensin sebagai bahan bakar terbarukan dan ramah lingkungan. Biogas dapat dimanfaatkan untuk bahan bakar kompor gas ataupun bahan bakar genset yang menghasilkan energi listrik seperti yang dipaparkan pada penelitian ini. Genset yang digunakan dalam penelitian ini adalah genset bensin yang telah dimodifikasi. Biogas yang akan digunakan sebagai bahan bakar genset, yang berasal dari reaktor, tidak dapat langsung digunakan, akan tetapi perlu diturunkan terlebih dahulu kandungan zat yang dapat mengganggu proses pembakaran di ruang bakar genset, khususnya H₂O. Pada tahap ini, akan dilakukan pengujian unjuk kerja pada sistem pengolahan biogas yang terdiri dari dehumidifier dan filter. Selanjutnya akan dilakukan pengujian pemanfaatan biogas tersebut pada genset hasil modifikasi dari genset berbahan bakar bensin, agar nantinya diperoleh metode sistem pemanfaatan teknologi biogas untuk genset yang optimal. Sesuai dengan kondisi peternakan di Kabupaten Bandung pada khususnya dan Indonesia pada umumnya, pengembangan genset biogas ini akan ditekankan pada genset berkapasitas kecil.

METODOLOGI

Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik yang terjadi pada material-material yang dapat terurai secara alami dalam kondisi anaerobik. Bahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas yaitu seperti biomassa (bahan organik bukan fosil), kotoran, sampah padat hasil aktivitas perkotaan dan lain-lain. Akan tetapi, biogas biasanya dibuat dari kotoran ternak seperti kerbau, sapi, kambing, kuda dan lain-lain. Kandungan utama dari biogas adalah gas metana (CH₄), yang apabila dibakar akan menghasilkan energi panas yang dapat dikembangkan pemanfaatannya untuk teknologi. Proses pembuatan biogas dilakukan secara fermentasi yaitu proses pembentukan gas metana dalam kondisi anaerob dengan bantuan bakteri anaerob di dalam suatu biodigester. Kemudian setelah terbentuk, biogas dialirkan melalui instalasi pipa yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan. Pemanfaatan biogas untuk bahan bakar genset harus melalui penyaringan atau pencucian terlebih dahulu agar kandungan tertentu dari biogas yang merugikan proses pembakaran dapat diperkecil atau bahkan dihilangkan.



Gambar 1. Sketsa instalasi produksi biogas

Biogas dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil, seperti menggerakkan turbin sehingga menghasilkan energi listrik. Untuk kebutuhan sehari-hari bahan bakar biogas dapat digunakan untuk keperluan memasak menggunakan kompor gas seperti halnya kompor gas yang menggunakan bahan bakar elpiji dan untuk menggerakkan generator listrik (genset) berskala rumah tangga.

Widodo dkk. (2005) menyatakan bahwa biogas memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, yaitu kisaran 4800–6700 kkal/m³, untuk gas metana murni (100%) mempunyai nilai kalor 8900 kkal/m³. Biogas sebanyak 1000 ft³ (=28,32m³) mempunyai nilai pembakaran yang sama dengan 6,4 galon (=3,785liter) butana, atau 5,2 galon bensin, atau 4,6 galon minyak diesel. Kandungan utama biogas adalah gas metana (CH₄) dengan konsentrasi sebesar 50–80% volume. Kandungan lain dalam biogas yaitu gas karbondioksida (CO₂), gas hidrogen (H₂), gas nitrogen (N₂), gas karbon monoksida (CO) dan gas hidrogen sulfida (H₂S). Gas dalam biogas yang dapat berperan sebagai bahan bakar yaitu gas metana (CH₄), gas hidrogen (H₂) dan gas CO.

Biogas sebagai bahan bakar, memiliki karakteristik tersendiri dibandingkan dengan bahan bakar yang lain. Karakteristik ini biasanya mempengaruhi kinerja dan proses pembakaran dalam menghasilkan energi untuk bergerak atau menggerakkan sesuatu. Karakteristik bahan bakar tersebut biasanya meliputi komposisi kandungan bahan bakar, massa jenis, nilai kalor, AFR (Air Fuel Ratio). Untuk mengetahui lebih jelas mengenai pengaruh karakteristik-karakteristik tersebut, menurut Wellinger and Lindenberg (2000), komposisi biogas yang dihasilkan sangat tergantung pada jenis bahan baku yang digunakan. Namun demikian, komposisi biogas yang utama adalah gas metana (CH₄) dan gas karbondioksida (CO₂) dengan sedikit hydrogen sulfide (H₂S). Komponen lainnya yang ditemukan dalam kisaran konsentrasi kecil (trace element) antara lain senyawa sulfur organik, senyawa hidro karbon terhalogenasi (Halogenated hydrocarbons), gas hidrogen (H₂), gas nitrogen (N₂), gas karbon monoksida (CO) dan gas oksigen (O₂). Komposisi biogas dari beberapa referensi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi biogas

No.	Komponen	Komposisi	
		A ¹	B ²
1	CH ₄	50–75%	54–70%
2	CO ₂	24–40%	27–45%
3	N ₂	<2%	0–1%
4	H ₂	<1%	0–1%
5	CO	-	0,1%
6	O ₂	<2%	0,1%
7	H ₂ S	<2%	Sedikit

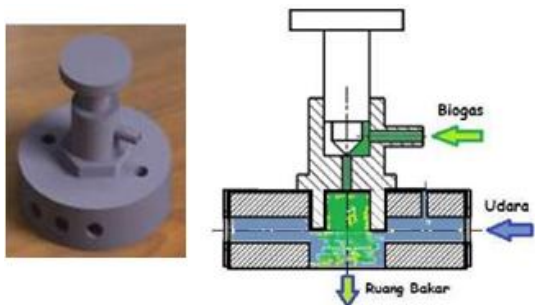
Sumber : ¹Hambali, 2007; ²Widarto, 1997

Peralatan eksperimen berupa satu unit instalasi produksi biogas, satu unit genset berbahan bakar bensin yang sudah dimodifikasi menjadi berbahan bakar biogas, satu set beban lampu pijar, dan alat-alat ukur. Tabel 2 menunjukkan spesifikasi genset. Filter biogas sudah ditingkatkan agar mampu menghasilkan gas yang lebih sesuai untuk penggunaan genset.

Tabel 2. Spesifikasi genset

Merek dan tipe genset	Honda, GX 160
Tipe Mesin	4 Langkah, Overhead Valve, 1 Silinder
Perpindahan (Bore x Stroke)	163 cm ³ (68 x 45 mm)
Max. Daya Output	2,5 kW
Max. Torsi Output	10,8 Nm
Konsumsi Bahan Bakar	0,313 kg/kWh

Laju alir biogas dari filter ke genset diukur menggunakan orifis. Komposisi biogas sebelum dan sesudah filter diukur menggunakan gas kromatografi, dengan cara ambil sampel. Efisiensi genset dihitung dengan membandingkan daya listrik yang dihasilkan oleh genset dengan energi yang diberikan oleh biogas per detiknya. Modifikasi dari mesin otto (motor bensin) bisa dilakukan, karena mesin sudah didesain untuk beroperasi pada campuran udara/bahan bakar dengan pengapian busi. Beberapa jenis modifikasi yang dapat dilakukan adalah: saluran masuk bahan bakar dan udara, rasio kompresi dan waktu pengapian.



Gambar 2. Konverter

Rancangan konverter kit biogas di atas merupakan rancangan awal yang menjadi prioritas pembuatan. Pada rancangan ini terdapat dua bagian lubang masuk yaitu, jalur masuk biogas dan jalur masuk udara. Besar kecilnya biogas diatur oleh screw valve dengan cara memutar searah jarum jam untuk memperbesar aliran biogas dan memutar arah berlawanan jarum jam untuk memperkecil aliran biogas.



Gambar 3. Genset uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

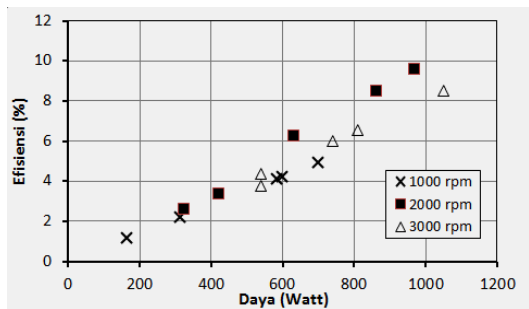
Tabel 1. menunjukkan kandungan komposisi biogas sebelum dan sesudah filter. Dari tabel tersebut terlihat bahwa dari sebelum dan sesudah difilter terjadi peningkatan kandungan metana dan penurunan kandungan karbon dioksida. Absorpsi karbon dioksida dilakukan oleh air pada saat biogas melewati filter air. Penurunan kandungan karbon dioksida dan peningkatan kandungan metana, akan menyebarkan peningkatan nilai kalor.

Sejauh ini, sangat sedikit informasi mengenai berapa kandungan metana minimal yang agar biogas bisa digunakan untuk bahan bakar motor bakar dalam genset hasil modifikasi dari motor bensin. Dari mesin gas (gas engine) buatan pabrikan ada yang bisa dijalankan dengan menggunakan bahan bakar dengan kandungan metana sebesar 30%. Akan tetapi untuk mesin genset ukuran kecil, biasanya diperlukan kandungan metana yang lebih tinggi. Semakin tinggi kandungan gas metana, semakin mudah dalam operasional genset.

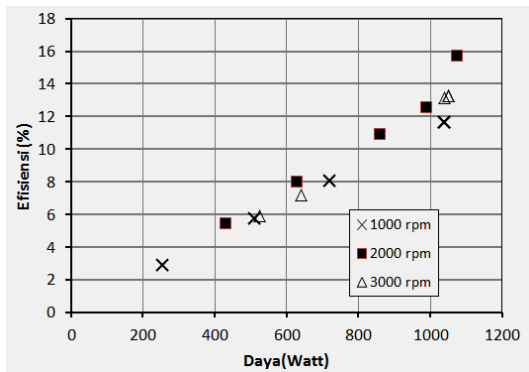
Tabel 3. Komposisi biogas sebelum dan sesudah difilter

No.	Komponen	Konsentrasi	
		Sebelum difilter	Sesudah difilter
1.	CO2	46,11%	36,44%
2.	H2	0,13%	0,053%
3.	N2	0,46%	0,32%
4.	O2	0,16%	0,13%
5.	CH4	53,14%	63,06%

Pengujian genset dilakukan dalam tiga putaran, yaitu: 1000 rpm, 2000 rpm, dan 3000 rpm. Pada setiap putaran divariasikan dayanya. Gambar 3 menunjukkan efisiensi elektrik genset dengan bahan bakar biogas. Sebagai pembandingan, Gambar 4 menunjukkan efisiensi genset yang sama dengan bahan bakar bensin. Secara umum efisiensi genset dengan bahan bakar gas lebih tinggi dibanding dengan bensin.



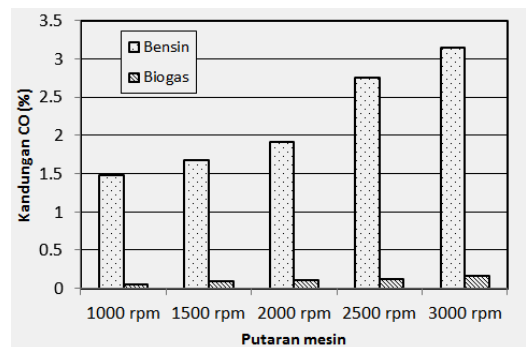
Gambar 4. Efisiensi genset biogas terhadap daya



Gambar 5. Efisiensi genset bensin terhadap daya

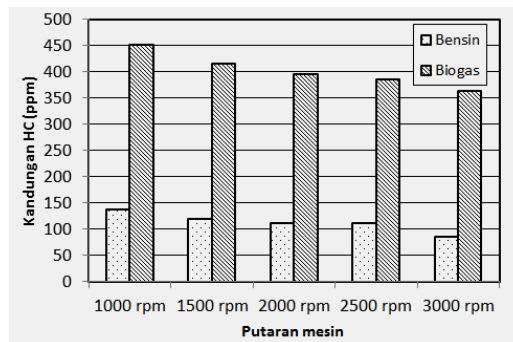
Kedua grafik tersebut memperlihatkan karakteristik yang mirip antara genset berbahan bakar bensin dan biogas, dimana efisiensi yang semakin meningkat setiap beban bertambah, yang terjadi pada ketiga kondisi baik pada putaran 1000, 2000 dan 3000 rpm. Efisiensi tertinggi dicapai pada 2000 rpm, baik pada bahan bakar biogas maupun bahan bakar bensin, dengan daya 1075 Watt sebesar 15,71 % bila menggunakan bahan bakar bensin, dan daya 967,5 Watt dengan efisiensi sebesar 9,6% bila menggunakan bahan bakar biogas.

Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8 masing-masing menunjukkan emisi karbon monooksida (CO), hidrokarbon tak terbakar (HC), dan karbon dioksida (CO₂), pada gas buang mesin yang diukur pada kondisi pembebanan yang sama.



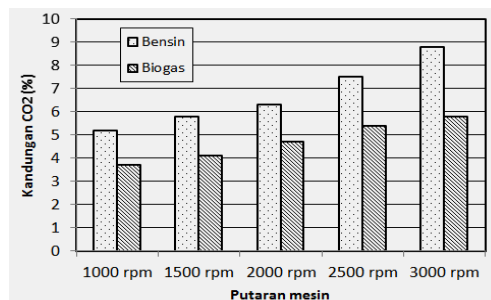
Gambar 6. Emisi CO genset bensin terhadap putaran mesin

Pada semua kondisi, emisi CO pada gas buang pada penggunaan bahan bakar biogas, lebih kecil secara signifikan dibandingkan dengan bila digunakan bahan bakar bensin. Bisa disimpulkan di sini bahwa emisi CO genset berbahan bakar biogas lebih kecil dibandingkan dengan emisi genset berbahan bakar bensin. Hal ini kemungkinan besar disebabkan struktur molekul biogas lebih sederhana dibandingkan dengan bensin.



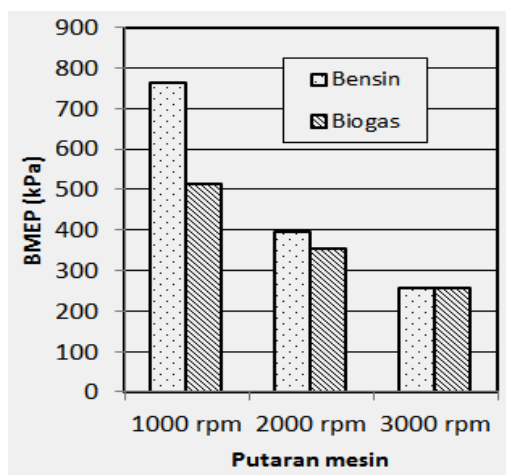
Gambar 7. Emisi HC genset bensin terhadap putaran mesin

Akan tetapi pada gambar selanjutnya menunjukkan bahwa emisi hidrokarbon pada saat genset menggunakan bahan bakar biogas lebih tinggi dibandingkan dengan saat menggunakan bahan bakar bensin. Hal ini mengindikasikan pemakaran yang kurang sempurna, yang bisa disebabkan oleh pencampuran yang kurang sempurna dalam hal perbandingan udara - bahan bakar maupun pemerataannya, atau bentuk ruang bakar yang kurang tepat. Hal ini juga diperkuat dengan efisiensi genset dengan bahan bakar biogas yang lebih rendah, sebagaimana telah dibahas sebelumnya. Gambar selanjutnya menunjukkan bahwa kandungan oksigen dalam gas buang pada saat menggunakan bahan bakar bensin lebih tinggi dibanding dengan saat menggunakan bahan bakar biogas. Lebihan udara saat menggunakan bahan bakar biogas lebih sedikit dibanding dengan saat menggunakan bahan bakar bensin. Hal ini menyebabkan emisi HC bila genset menggunakan bahan bakar biogas lebih tinggi dibanding dengan saat menggunakan bahan bakar bensin. Bisa diduga bahwa dengan mengubah desain ruang bakar, bisa mengurangi emisi HC pada saat menggunakan bahan bakar biogas.



Gambar 8. Emisi CO₂ genset bensin terhadap putaran mesin

Gambar di bawah ini menunjukkan perbandingan BMEP pada saat genset menggunakan bahan bakar biogas dibandingkan dengan saat menggunakan bahan bakar bensin pada pembebanan yang sama. Dari gambar tersebut terlihat bahwa pada BMEP saat genset menggunakan bahan bakar biogas lebih tinggi dibandingkan dengan saat menggunakan bahan bakar bensin. Hal ini disebabkan karena pada saat menggunakan biogas, bahan bakar masuk ke dalam ruang bakar bersama dengan udara pembakar melalui katup isap, dengan kepadatan energi (jumlah energi per satuan volume) yang lebih rendah dibandingkan saat menggunakan bahan bakar bensin. Hal ini menyebabkan penurunan daya genset setelah dilakukan modifikasi.



Gambar 9. BMEP genset bensin terhadap putaran mesin

PENUTUP Kesimpulan

Dari data yang diperoleh pada pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Filter dalam pengolahan biogas mampu meningkatkan kualitas biogas sebagai bahan bakar. Kandungan CH₄ biogas mengalami kenaikan 10% setelah melalui filter.
2. Secara umum efisiensi genset dengan bahan bakar bensin lebih tinggi dibanding dengan efisiensi genset dengan bahan bakar biogas. Kemungkinan besar hal ini disebabkan oleh pembakaran yang tidak sempurna pada genset biogas, yang ditandai dengan tingginya emisi HC.
3. Sedangkan pada konsumsi bahan bakar, ketika beban ditambah maka konsumsinya menjadi semakin berkurang dan konsumsi paling irit diperoleh pada putaran 2000 rpm. Dimana dari hasil pengujian genset bensin masih menghasilkan konsumsi lebih irit dibandingkan genset biogas.
4. Pada genset bensin maupun biogas, terjadi peningkatan efisiensi ketika beban ditambah dan BMEP maksimal diperoleh pada putaran 2000 rpm. Dimana dari hasil pengujian genset

bensin masih menghasilkan torsi lebih besar dibandingkan genset biogas.

Hasil uji emisi gas buang pada engine genset GX 160 sebelum dan sesudah modifikasi didapatkan perbandingan antara bahan bakar bensin dan biogas sebagai berikut :

1. Emisi CO menggunakan bensin lebih tinggi dibandingkan dengan biogas karena kemungkinan karena biogas memiliki struktur molekul yang lebih sederhana dibanding dengan bensin.
2. Emisi HC menggunakan biogas lebih tinggi dibandingkan dengan bensin karena bahan bakar biogas lebih banyak yang tidak terbakar dibanding bensin pada ruang bakar.

Saran

Pengambilan sampel biogas yang akan dilakukan pengujian gas kromatografi hendaknya menggunakan alat yang lebih aman seperti alat gas trapping dibanding hanya dengan menggunakan suntikan (syringe), agar hasil pengujian menjadi lebih baik.

Pengoperasian alat secara rutin hendaknya dilakukan guna meminimalkan potensi kegagalan pada mesin, selain itu kegiatan perawatan juga perlu dilakukan agar fasilitas dapat beroperasi dengan baik dan mencapai usia pakainya. Perlu dilakukan penelitian mengenai penyempurnaan pembakaran pada penggunaan genset dengan bahan bakar biogas agar efisiensi bisa meningkat dan emisi HC bisa diturunkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto. 1988. "Penggerak Mula, Motor Bakar Torak", Edisi keempat, 152 halaman. Bandung : ITB.
- _____. 2003. "ISO 5167 2 Orifice ", Edisi kedua, 54 halaman. Switzerland : IHS Intra.
- Digital Library Petra. 2016. "Nilai Kalor Pembakaran Biogas". 26 Mei. <http://www.kencanaonline.com>. 2015.
- Kristiyanto, Ricky. 2016. "Mengenal Teknologi Pembuatan Biogas". 20 Januari. <http://www.kompasiana.com>. 2003.
- Hery dkk. 2016. "Pemanfaatan Biogas Sebagai Bahan Bakar Mesin Bensin 1 Silinder 4 Langkah", Jurnal Teknik Industri, Vol. 12, No.2. Malang.
- Dewan Energi Nasional. (2014). Outlook Energi Indonesia 2014. Jakarta: Kementerian ESDM