

Unjuk Kerja Generator Listrik Berbahan Bakar Biogas

(Performance of Biogas Fuel Electrical Generator)

Novi Caroko^a, Fredy Surahmanto^b, Rizki Sulistiyo^c

^{a,c}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
e-mail: novicaroko@yahoo.co.id, rizki.sulistiyo.2013@ft.umy.ac.id

^bProgram Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Yogyakarta
Kampus Karangmalang, Yogyakarta 55281
e-mail: fredy_surahmanto@uny.ac.id

Abstrak

Pengujian unjuk kerja generator berbahan bakar biogas belum banyak dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja genset berbahan bakar biogas. Bahan baku biogas yang digunakan pada penelitian ini berasal dari kotoran sapi. Pengambilan biogas dilakukan di kelompok ternak sapi Pandan Mulyo, Bantul, Yogyakarta. Generator yang digunakan berkapasitas daya 2.200-Watt dan variasi pembebanan 660, 720, 780, 840, dan 900 Watt. Parameter yang diambil berupa tegangan, arus, putaran mesin, dan debit biogas. Hasil penelitian menunjukkan daya keluaran genset dari 5 variasi pembebanan yaitu 660, 720, 780, 840, dan 900 Watt berturut-turut adalah 599,4; 651; 681,6; 676,5; dan 668,5 Watt. Nilai konsumsi bahan bakar dari 5 variasi pembebanan yaitu 0,645; 0,652; 0,673; 0,680; dan 0,727 kg/jam. Dari 5 variasi pembebanan menunjukkan bahwa unjuk kerja paling optimal dari genset berbahan bakar biogas ini berada pada tingkat pembebanan 660 Watt dengan daya keluaran yang dihasilkan sebesar 599,4 Watt.

Kata kunci: Biogas, Kotoran Sapi, Generator, Unjuk Kerja

Abstract

The performance testing of biogas-fueled generators has not been carried out much. This study aims to determine the performance of biogas fueled generators. The biogas raw material used in this study was cow dung. Biogas extraction was carried out in the Pandan Mulyo cattle group, Bantul, Yogyakarta. The generator used is 2,200-Watt power capacity and variations in loading 660, 720, 780, 840, and 900 Watt. The parameters are taken in the form of voltage, current, engine rotation, and flow of biogas. The results showed the generator output power of 5 experiment variations, 660, 720, 780, 840, and 900 Watt, respectively, were 599.4; 651; 681.6; 676.5; and 668.5 Watt. The fuel consumption of 5 variations are 0.645; 0.652; 0.673; 0.680; and 0.727 kg / hour. From all variations, showed that the optimal performance of the biogas fueled generator is at 660 Watt with the output power of 599.4 Watt.

Keywords: Biogas, Cow Dung, Generator, Performance

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan energi dari tahun ke tahun tidak diimbangi dengan bertambahnya sumber energi yang memadai mengakibatkan kenaikan harga bahan bakar khususnya bahan bakar fosil. Manusia mencari alternatif energi lain yang efisien dan ekonomis [1]–[5]. Indonesia sendiri dalam penggunaan energi masih didominasi oleh energi fosil dimana sumber energi tersebut berangsur-angsur berkurang. Berdasarkan data produksi minyak bumi pada tahun 2004 adalah 353.000,945 barel/tahun sedangkan pada tahun 2012 adalah 279.000,412 barel/tahun, maka perlu dilakukan upaya-upaya mencari sumber energi yang bersifat terbarukan [6]. Dewasa ini banyak dilakukan penelitian guna mencari sumber energi alternatif yang lain. Di Indonesia banyak sekali sumber energi alam

yang dapat digunakan diantaranya berupa cahaya matahari, angin, aliran sungai, dan kotoran hewan yang dapat digunakan sebagai energi alternatif. Tujuan dari pemanfaatan biogas adalah mencari sumber energi selain energi fosil [7].

Biogas sangat potensial sebagai sumber energi terbarukan karena kandungan *methane* (CH₄) yang tinggi dan nilai kalornya yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 4.800 – 6.700 kKal/m³. Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari aktivitas anaerobik bahan organik dengan kandungan utamanya berupa gas Metana (CH₄) dan Karbondioksida (CO₂) [8]. Selain CH₄, biogas terdiri dari beberapa pengotor yang harus dihilangkan agar nilai kalornya meningkat. Pemanfaatan energi biogas ini dapat digunakan untuk bahan bakar kendaraan, listrik rumah tangga, dan sebagai bahan bakar genset [9].

Khudori [10] melakukan penelitian tentang generator berbahan bakar *hybrid* dengan menggunakan bensin dan biogas sebagai bahan bakarnya. Generator yang digunakan mempunyai daya 1000 Watt. Pada generator dilakukan modifikasi dengan menambahkan saluran serta katup biogas pada bagian venturi karburator. Katup biogas ini merupakan tempat masuknya biogas menuju karburator, dengan adanya katup ini maka biogas yang masuk dapat diatur sesuai kebutuhan. Parameter yang diambil untuk unjuk kerja genset yaitu meliputi putaran mesin (RPM), arus (Ampere), dan frekuensi (Hz) dengan beban lampu 100, 200, 300, 400, dan 500 Watt.

Prastya dkk [11] melakukan penelitian untuk mengetahui perbandingan emisi gas buang yang dihasilkan dari genset berbahan bakar bensin dan biogas. Pengujian dilakukan dengan variasi pembebanan 0, 300, 540, 840, 1140 Watt. Kadar CO₂ tertinggi yang dihasilkan mesin genset ketika menggunakan bensin sebesar 2,54%, sedangkan ketika menggunakan biogas sebesar 2,40%. Kadar O₂ tertinggi ketika menggunakan bensin sebesar 18,66%, sedangkan menggunakan biogas sebesar 15,60% dan kadar CO yang dihasilkan oleh bensin sebesar 5,06% sedangkan biogas hanya sebesar 0,20%.

Penelitian ini menggunakan kotoran sapi sebagai bahan baku pembentukan biogas. Generator yang digunakan memiliki daya output maksimal 2.200 Watt. Pengujian dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja generator dengan variasi pembebanan 660, 720, 780, 840, dan 900 Watt. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja generator berbahan bakar biogas sehingga dapat diketahui nilai optimal penggunaan biogas sebagai bahan bakar generator.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

Bahan penelitian yang digunakan yaitu biogas dari kotoran sapi sebagai bahan bakar generator. Peralatan yang digunakan dalam penelitian diantaranya adalah generator Honda Oshima dengan kapasitas 2,2 kW. Pengukuran tegangan/beda potensial dilakukan menggunakan voltmeter, sedangkan arus listrik diukur menggunakan amperemeter. Putaran mesin diukur pada poros menggunakan *tachometer*. Pembebanan dilakukan menggunakan bohlam lampu sebanyak 15 buah dengan daya 60 Watt/bohlam.

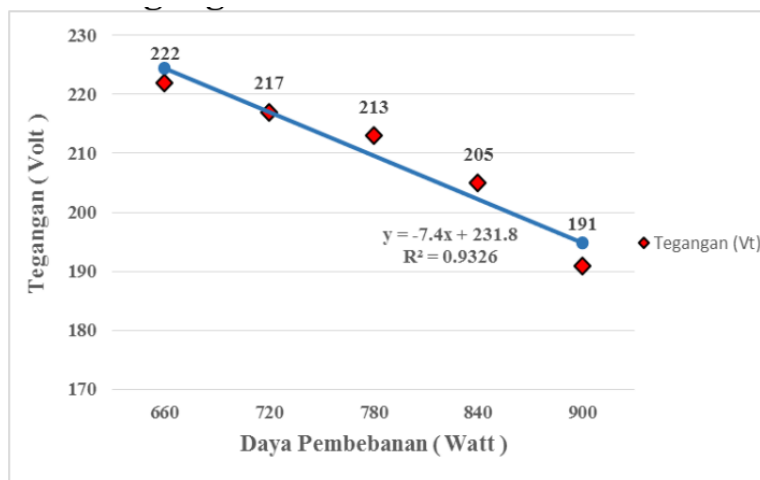
2.2 Pengambilan Data

Data penelitian yang diamati adalah tegangan, arus listrik, putaran mesin, dan debit aliran biogas. Proses pencatatan data dilakukan pada setiap tingkat pembebanan (660, 720, 780, 840, dan 900 Watt). Debit biogas diukur menggunakan *flowmeter*. Semua proses pengujian dilakukan sebanyak dua kali pada masing-masing tingkat pembebanan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tegangan

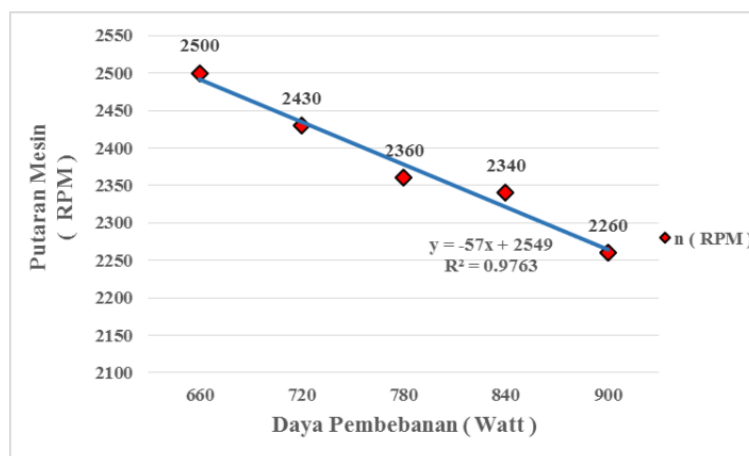
Dari Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa semakin tinggi tingkat pembebanan yang diberikan akan mengakibatkan turunnya nilai tegangan. Nilai tegangan semakin kecil dikarenakan penambahan beban akan mengakibatkan kenaikan arus. Berdasarkan nilai tegangan yang dihasilkan, maka penggunaan generator tipe ini menggunakan bahan bakar biogas yang ada pada daya pembebanan 660, 720, 780, dan 840 Watt. Standar PLN untuk tegangan listrik yang ada di Indonesia yaitu 220 Volt dengan toleransi +5% dan -10%, sehingga pada pembebanan 900 Watt tidak memenuhi standar PLN.



Gambar 3.1 Gambar tegangan

3.2 Putaran Mesin

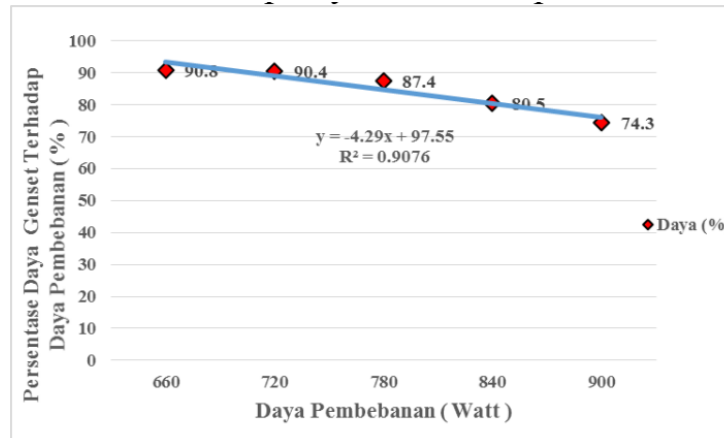
Berdasarkan Gambar 3.2 dapat diketahui bahwa setiap penambahan tingkat pembebanan mengakibatkan penurunan putaran mesin. Hal ini dimungkinkan karena kurangnya suplai bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar. Penyebab kurangnya suplai bahan bakar ini dikarenakan pengaturan sistem pencampuran bahan bakar dengan udara pada karburator masih menggunakan setelan pencampuran bahan bakar bensin, sehingga *governor* pada genset tidak dapat bekerja apabila menggunakan bahan bakar biogas.



Gambar 3.2 Pengaruh daya pembebanan terhadap putaran mesin

3.3 Daya Output

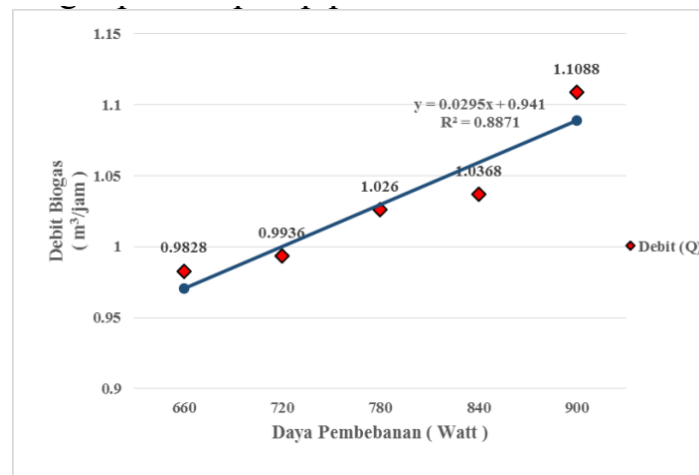
Berdasarkan Gambar 3.3 dapat diketahui bahwa terjadi penurunan tegangan dan kenaikan arus pada saat dilakukan penambahan beban. Penurunan tegangan ini menyebabkan persentase daya keluaran genset semakin kecil pada waktu penambahan beban. Pada pembebanan 660 Watt persentase daya yang dihasilkan terhadap beban sebesar 90,8% turun menjadi 90,4% pada pembebanan 720 Watt.



Gambar 3.3 Pengaruh daya pembebanan terhadap persentase daya genset

3.4 Debit Biogas

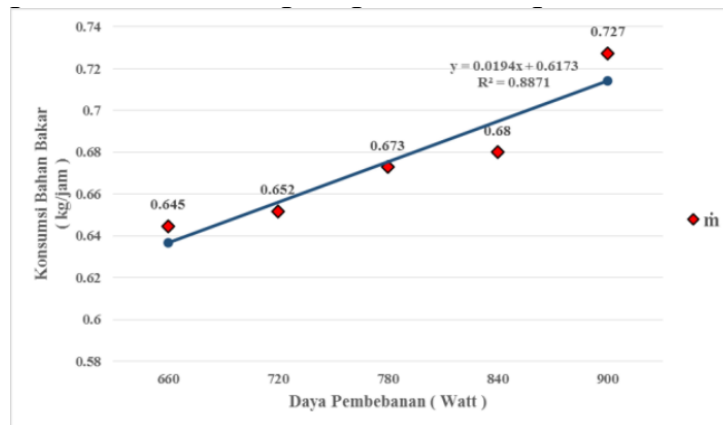
Dari Gambar 3.4 dapat diketahui bahwa setiap penambahan beban selalu diikuti dengan penambahan debit biogas. Pada tingkat pembebanan paling kecil (660 Watt) debit biogas yang mengalir sebesar 0,9828 m³/jam, sedangkan pada pembebanan 900 Watt membutuhkan debit biogas sebesar 1,1088 m³/jam. Kenaikan debit biogas ini dikarenakan semakin besar tingkat pembebanan yang diberikan, maka generator membutuhkan bahan bakar yang semakin banyak. Meningkatnya debit biogas pada setiap penambahan beban sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kusairi dan Kelvin (2015) [9].



Gambar 3.4 Pengaruh daya pembebanan terhadap debit biogas

3.5 Konsumsi Bahan Bakar

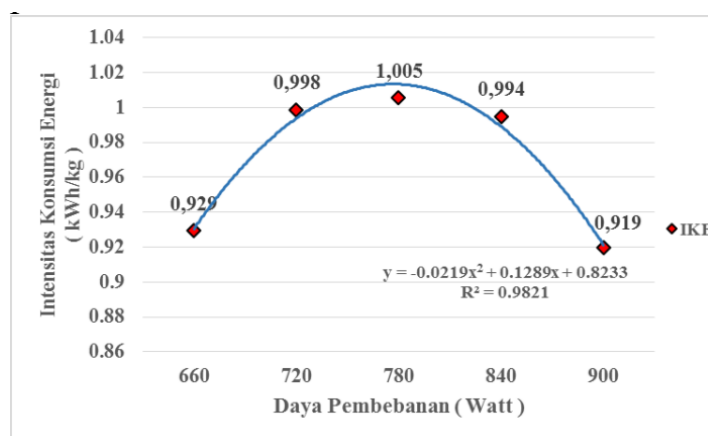
Gambar 3.5 menunjukkan bahwa nilai beban berbanding lurus dengan kenaikan konsumsi bahan bakar. Pada pembebanan 660 Watt, konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan sebesar 0,645 kg/jam naik menjadi 0,652 kg/jam pada pembebanan 720 Watt. Peningkatan konsumsi bahan bakar dimungkinkan karena pada saat penambahan beban, generator membutuhkan suplai bahan bakar yang lebih besar. Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran debit biogas di mana setiap penambahan beban maka debit biogas akan semakin besar. Naiknya konsumsi bahan bakar ini sesuai dengan penelitian [11].



Gambar 3.5 Pengaruh daya pembebanan terhadap konsumsi bahan bakar

3.6 Intensitas Konsumsi Energi

Grafik intensitas konsumsi energi dapat dilihat pada Gambar 3.6. Dari lima variasi pembebanan yang dilakukan, dapat diketahui bahwa pada pembebanan ketiga (780 Watt) menghasilkan nilai intensitas konsumsi energi yang paling tinggi dibandingkan dengan variasi pembebanan yang lain. Hal ini dimungkinkan pada pembebanan 780 Watt, banyaknya biogas yang masuk ke dalam ruang bakar sesuai dengan waktu pembakaran dan campuran biogas-udara mencapai nilai stokiometri sehingga mampu menghasilkan daya keluaran secara maksimal.



Gambar 3.6 Intensitas konsumsi energi

4. KESIMPULAN

Dari serangkaian penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari 5 variasi pembebanan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa pada pembebanan 660 Watt menghasilkan persentase daya paling baik dibandingkan dengan variasi pembebanan yang lain dimana nilai persentase daya dengan beban lampu berkisar 90,8%. Konsumsi bahan bakar pada pembebanan 660 Watt memiliki nilai paling baik dibandingkan dengan variasi pembebanan yang lain yaitu 0,645 kg biogas untuk menghidupkan genset selama 1 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. J. Singh and S. S. Sooch, "Comparative study of economics of different models of family size biogas plants for state of Punjab, India," *Energy Convers. Manag.*, vol. 45, no. 9–10, pp. 1329–1341, 2004.

- [2] B. Amigun, R. Sigamoney, and H. von Blottnitz, "Commercialisation of biofuel industry in Africa: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 12, no. 3. pp. 690–711, 2008.
- [3] A. K. Kurchania, N. L. Panwar, and S. D. Pagar, "Design and performance evaluation of biogas stove for community cooking application," *Int. J. Sustain. Energy*, vol. 29, no. 2, pp. 116–123, 2010.
- [4] Z. Zhou, W. Wu, Q. Chen, and S. Chen, "Study on sustainable development of rural household energy in northern China," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 12, no. 8. pp. 2227–2239, 2008.
- [5] K. Rajendran, S. Aslanzadeh, and M. J. Taherzadeh, "Household biogas digesters-A review," *Energies*, vol. 5, no. 8. MDPI AG, pp. 2911–2942, 2012.
- [6] Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi, *Laporan Tahunan 2013*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2013.
- [7] S. Simamora, Salundik, S. Wahyuni, and Surajudin, *Membuat Biogas; Pengganti Bahan Bakar Minyak & Gas dari Kotoran Ternak*. Jakarta: Agromedia Pustaka, 2006.
- [8] A. M. Omer, "Organic waste treatment for power production and energy supply," *J. Cell Anim. Biol.*, vol. 1, no. 3, pp. 034–047, 2007.
- [9] A. Kusairi and S. Kelvin, "Pemanfaatan Biogas Sebagai Bahan Bakar Generator Set Motor Bensin," *Info Tek.*, vol. 16, no. 1, pp. 113–128, 2013.
- [10] M. Khudhori and D. H. Setiabudi, "Optimalisasi Unjuk Kerja Genset Berbahan Bakar Hybrid (Biogas-Bensin) Untuk Mendukung Pilot Plant Dme (Desa Mandiri Energi) Di Berbah", *J. Tek.*, vol. 1, pp. 113–122, 2013.
- [11] R. Prastya, B. Susilo, and M. Lutfi, "Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Biogas terhadap Emisi Gas Buang Mesin Generator Set," *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist*, vol. 1, no. 2, pp. 77–84, 2013.