

Biogas Sampah Kota Sebagai Solusi untuk Mengurangi Emisi Gas Buang pada Kendaraan

Agus Tri Setiawan, Dwi Widjanarko*

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
Gedung E9 Fakultas Teknik UNNES, Jalan Taman Siswa, Sekaran, Gunungpati Semarang, 50229

*E-mail: dwi2_oto@mail.unnes.ac.id

Abstract

This study aims to determine the method of compressing biogas that is safe and the content of biogas exhaust emissions, namely CO and HC and its consumption on a 125-cc motorcycle. The method used is experimental testing. The biogas used contains 48% CH₄, 39.4% CO₂, 0.4% O₂, and 12.3% impurity gas. Emission test results using CO biogas 0.076% vol and HC 1888 ppm vol, 3198% vol pertalite and HC 2449 ppm vol and consumption of 4.12e-13 Kg/Cycle and biogas 4.63e-13 Kg/Cycle. Semarang City biogas waste can be compressed safely and canned canisters with a pressure of 8 kg/cm² with a gas weight of 6 grams in 7 seconds.

Keywords: Biogas, Exhaust Gas Emissions, Fuel Consumption

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode pengompresian biogas yang aman serta kandungan emisi gas buang biogas yaitu CO dan HC dan konsumsinya pada sepeda motor 125-cc. Metode yang digunakan yaitu pengujian eksperimental. Biogas yang digunakan memiliki kandungan 48% CH₄, 39,4% CO₂, 0,4% O₂, dan 12,3% gas pengotor. Hasil pengujian emisi menggunakan biogas CO 0,076 % vol dan HC 1888 ppm vol, pertalite 3198 % vol dan HC 2449 ppm vol serta konsumsi pertalite 4,12e-13 Kg/Cycle dan biogas 4,63e-13 Kg/Cycle. Biogas sampah Kota Semarang dapat dikompresikan dengan aman dalam tabung kaleng dengan tekanan 8 kg/cm² dengan berat gas 6 gram dalam waktu 7 detik.

Kata kunci: Biogas, Emisi Gas Buang, Konsumsi Bahan Bakar

1. Pendahuluan

Kendaraan bermotor yang semakin meningkat menimbulkan dampak serius, dampak lingkungan dengan meningkatnya gas polutan dari emisi gas buang yang dihasilkan berupa 71% pencemar oksida nitrogen (NO_x), 15% pencemar oksida sulfur (SO_x), dan 70% pencemar partikulat (PM10) [1][2]. BBN banyak digunakan sebagai *renewable energy*, pengolahan bahan organik berupa sampah juga masih kumpul-angkut-buang [3][4][5].

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik tergantung dari keasaman, kelembaban, dan suhu, sampah diproses dengan *anaerobik dranco* 7.500 m³ menghasilkan 40.000 m³ gas/hari (CH₄ 54%), nilai energi (1) m³ biogas setara dengan: (1) 6 kWh listrik, (2) 0,62 liter minyak tanah, (3) 0,52 liter minyak solar atau minyak diesel, (4) 0,46 kg LPG, (5) 3,50 kg kayu bakar, (6) 0,80 liter bensin, dan (7) 1,5 m³ gas kota. Gas metana (CH₄) merupakan salah satu famili hidrokarbon parafin (biasa disebut *alkanes*) dengan kombinasi C_nH_{2n+2} [5][6][7]. Pertalite merupakan bensin dengan RON 90. Kompresi biogas dikompresi dengan proses sedekat mungkin adiabatik dan isothermal dengan tekanan 30 bar akurasi 0,5 bar [8]. Konsumsi bahan bakar spesifik merupakan laju aliran massa bahan bakar per satuan waktu, emisi gas buang berupa CO, HC, dan CO₂ menimbulkan efek kesehatan yang serius [9].

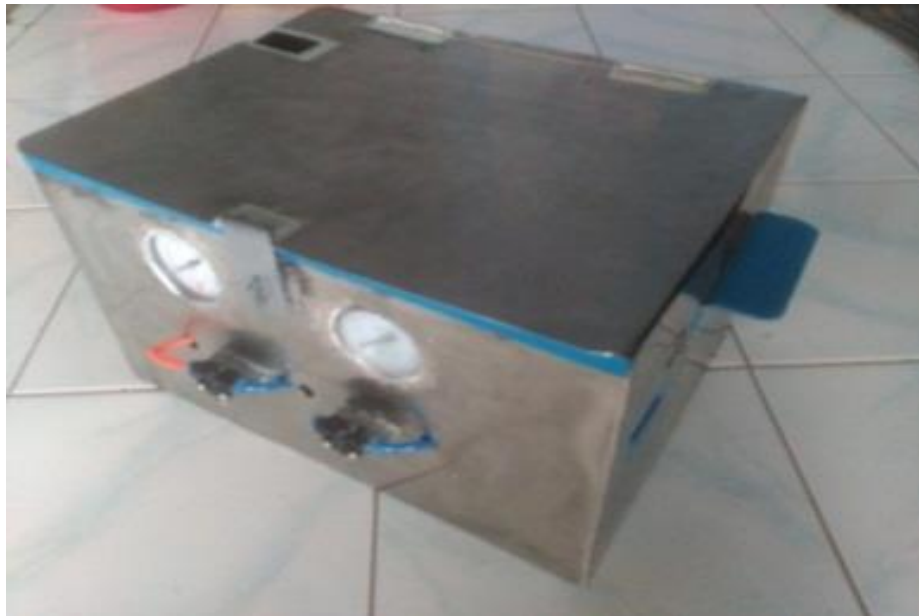
Emisi gas buang biogas menghasilkan CO 0.033% - 0.200%, peningkatan kandungan CH₄ akan menurunkan emisi HC dan HC sedangkan konsumsi 83,333 – 159,997 mg/dt dan $SFC = 3600/1000 \times F_b \times \rho$ (kg/jam) diperoleh = 0.717 kg/m³ (Biogas) dan 1,6×10⁻⁸ Kg/jam, (pada kondisi standar: 273 K, 1013 mbar = 0.1013 Mpa) tidak ada perubahan temperatur signifikan dengan bahan bakar gas, biogas dapat dimurnikan, dikompresi, dan disimpan dengan tekanan absolut 5 bar dengan waktu total 12-14 menit dalam silinder LPG, jika menggunakan tabung refrigeran menggunakan tekanan 10 psi menghasilkan 4886 g waktu 90 menit. Pemurnian biogas dengan scrubber mampu menghilangkan 99% CO₂ [2][4][7][10][11][13].

Tujuan dari penelitian ini, yaitu: menguji pengemasan kompresi pada biogas sampah kota, menguji kandungan emisi gas buang, dan menguji konsumsi bahan bakar biogas sampah kota pada motor 125 cc.

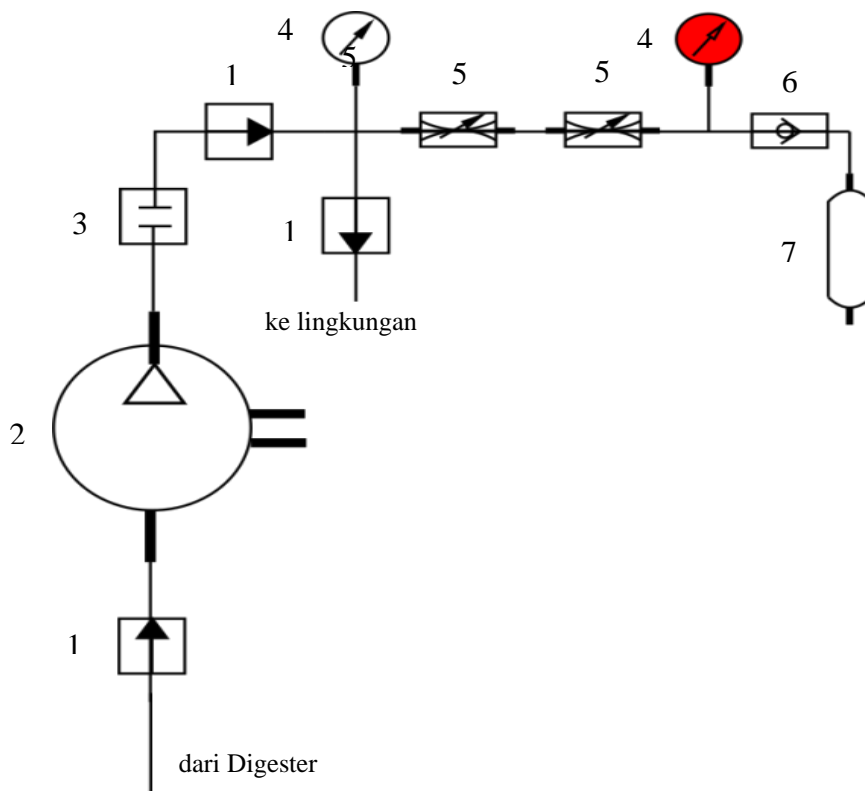
2. Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Kompresor dengan kekuatan 1 HP, *pesuure Gauge* (1-10 kg/cm²), selang *pnumatic polyurathane* (11 kg/cm²), *naple pnumatic*, pengatur tekanan *pnumatic* (regulator), *one way*

valve, adapter gas kaleng, saklar otomatis tekanan, Gas Analyzer STARGAS 898. Semua alat dirangkai menjadi satu unit box (lihat Gambar 1).



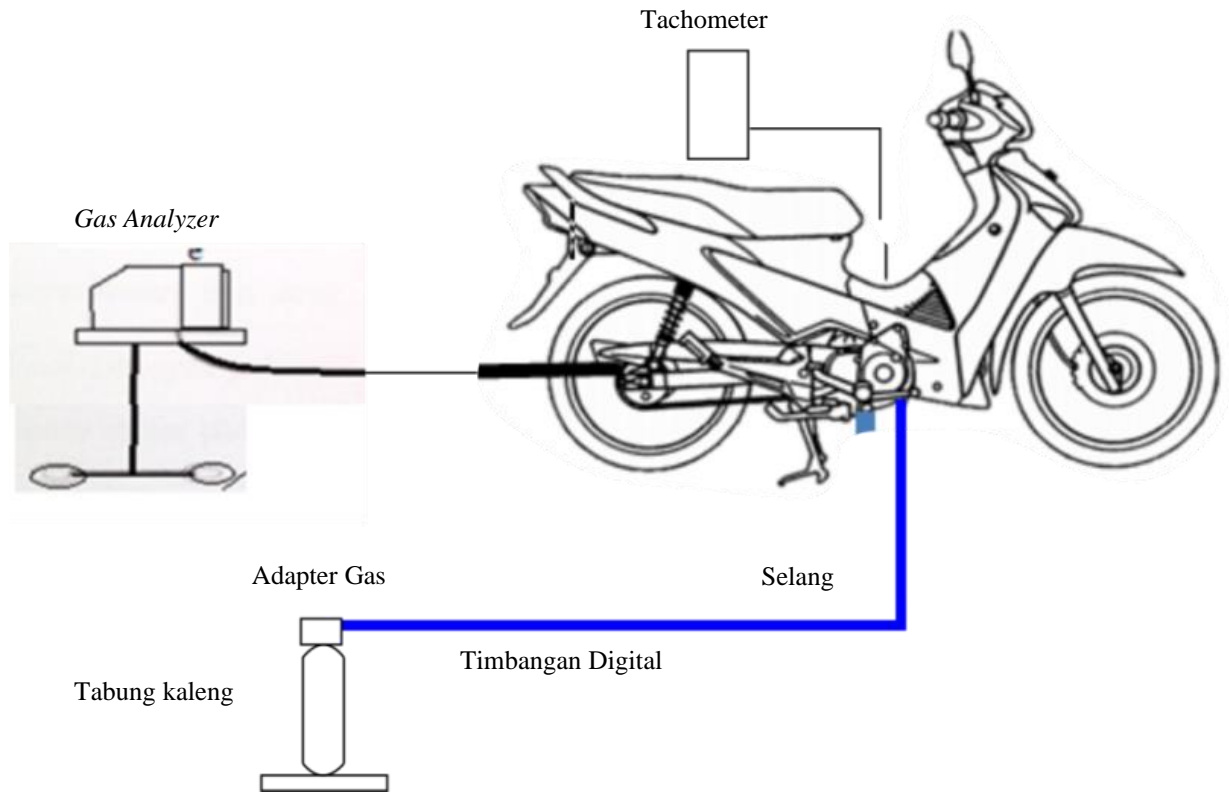
Gambar 1. Box Alat Pengisian Biogas



Gambar 2. Rangkaian Alat Pengisian Biogas

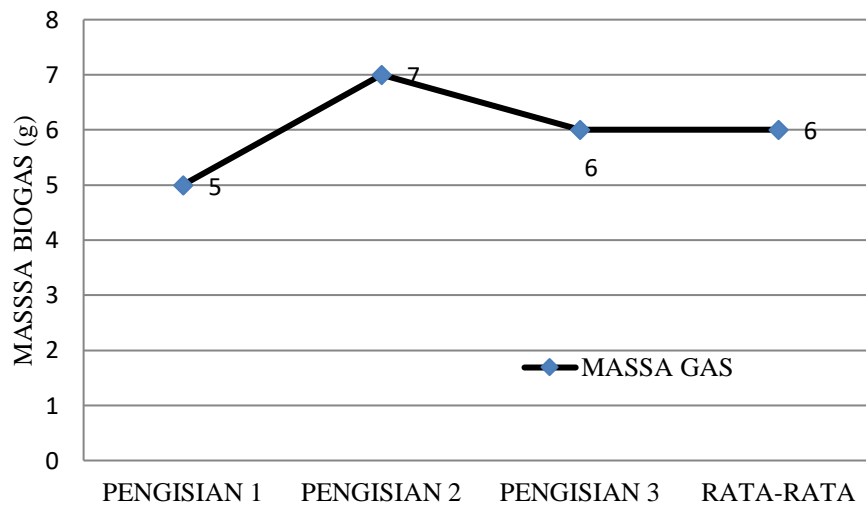
Dimana: (1) Arah aliran biogas, (2) Kompresor, (3) Aliran tertutup, (4) *Pressurre gauge*, (5) *Flow control valve*, (6) *Check valve*, dan (7) Penampung biogas.

Penelitian ini menggunakan metode pengujian eksperimental diawali dengan studi literasi dilanjutkan dengan persiapan instrumen penelitian, lalu melakukan pengemasan biogas yang selanjutnya diujikan emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar dengan pembanding pertalite, setelah selesai pengujian hasil dianalisis dan disimpulkan.



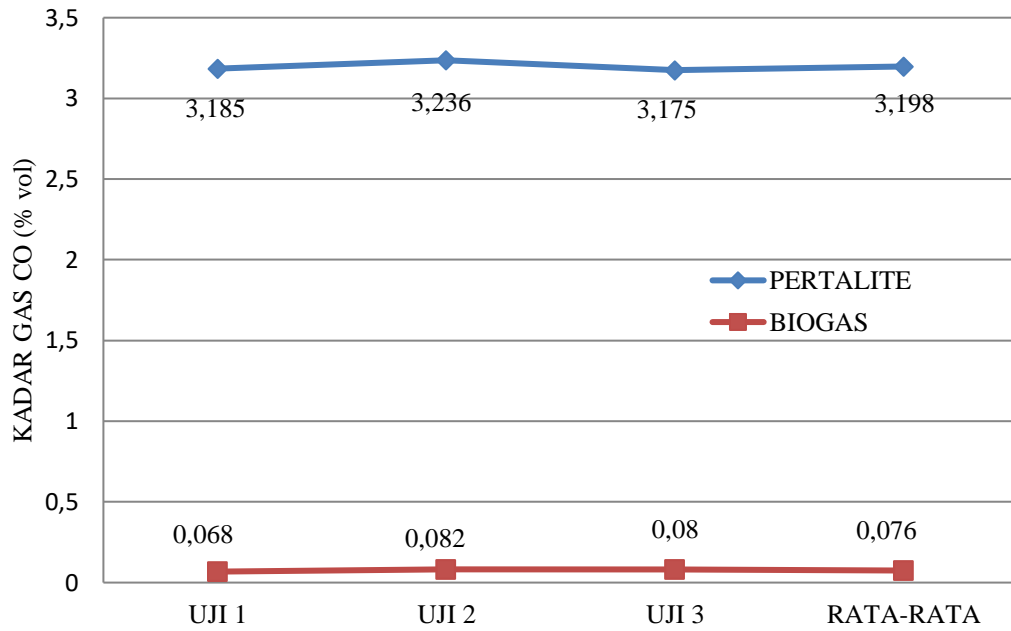
Gambar 3. Skema Susunan Peralatan Penelitian

3. Hasil Dan Pembahasan



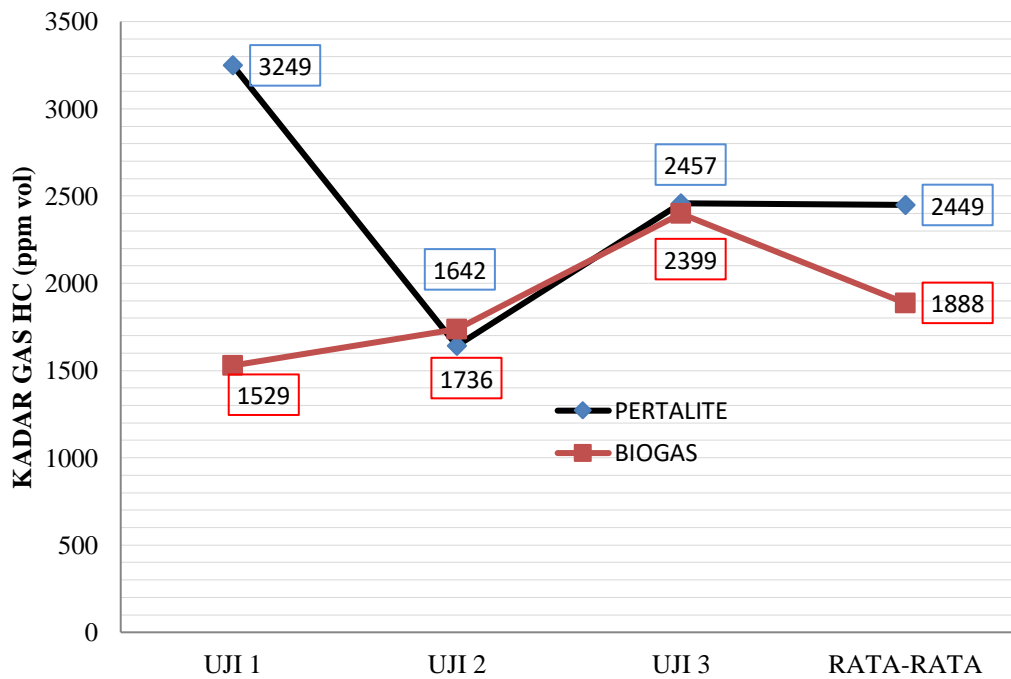
Gambar 4. Grafik Pengisian Biogas

Pengisian biogas berdasarkan data diatas (Gambar 4) dengan pengujian tiga kali menghasilkan tekanan isi yang sama 8 kg/cm² dalam waktu yang sama 7 detik.



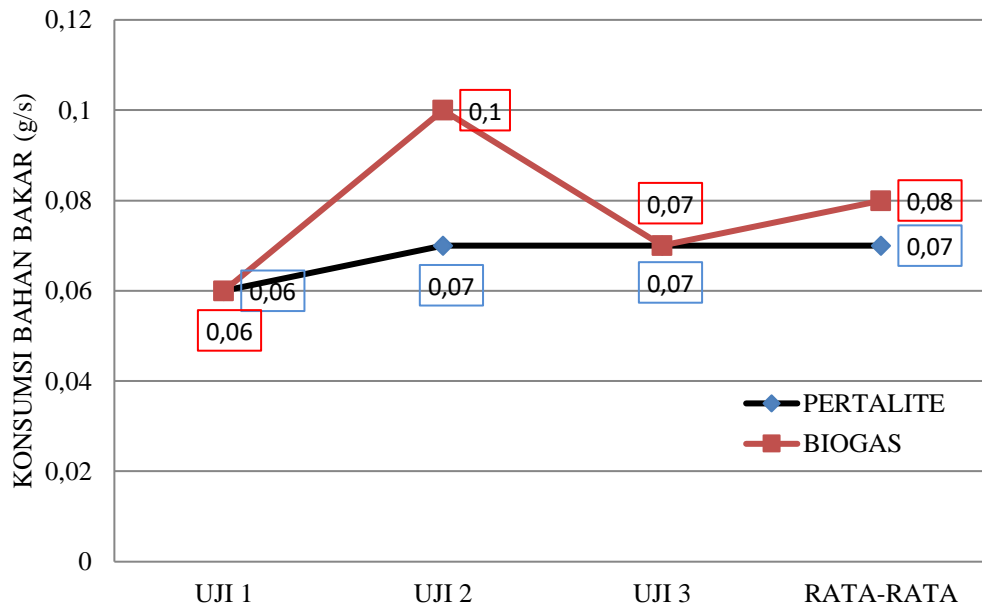
Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Emisi CO

Berdasarkan data diatas (Gambar 5) pengujian emisi gas buang biogas dengan tiga kali pengujian menghasilkan rata-rata CO 0,076 % vol.



Gambar 6. Grafik Pengujian Emisi HC

Berdasarkan data pengujian emisi gas buang biogas (Gambar 6) dengan tiga kali pengujian menghasilkan rata-rata HC 1888 ppm vol.



Gambar 7. Grafik Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi rata-rata biogas yaitu 0,08 g/s pada 1532 rpm dengan suhu mesin 74°C (lihat Gambar 7). Biogas yang dikompresi ke tabung kaleng dalam waktu 7 detik menghasilkan tekanan isi 8 kg/cm² menghasilkan berat gas yang berbeda-beda. Kompresi biogas dilakukan dengan kondisi sedekat mungkin secara isothermal dan adiabatik, isothermal untuk menjaga temperatur tidak naik serta adiabatik untuk jangan sampai kehilangan temperatur dan menjaga proses kompresi kontinyu, pengemasan dilakukan dengan tekanan maksimum *pressure gauge* 30 bar akurasi 0,5 bar. Parameter ini yang belum bisa terpenuhi dalam penelitian ini sehingga menghasilkan berat gas yang berbeda-beda [2]. Tabung bekas *refrigerant* dapat dipergunakan kembali sebagai penyimpan biogas dengan bantuan kompresor. Kompresor dengan tekanan 10 psi dapat memasukkan biogas dengan massa 4886 gram dengan waktu 90 menit [14].

Emisi gas buang yang dihasilkan dari pengujian menghasilkan rata-rata pertalite CO 3,198 % vol dan biogas CO 0,076 % vol serta pertalite HC 2449 ppm vol dan biogas HC 1888 ppm vol pada 1512 rpm dan suhu mesin 73°C. Kandungan biogas yang dipakai adalah: 48% CH₄, 39,4% CO₂, 0,4% O₂, dan 12,3% gas pengotor serta pertalite dengan RON 90,00. Prasetya, dkk (2013) emisi CO sebagian besar lebih rendah, yaitu: 2.667% - 5.067% untuk bensin dan 0.033% - 0.200% untuk biogas. Emisi biogas menghasilkan 1230 ppm dan 1150 ppm dengan kadar CO₂ 20-30% pada biogas, kandungan biogas ini juga relevan dengan biogas yang diteliti yaitu 39.4 % CO₂, hasil emisi juga relevan dengan hasil penelitian [11].

Konsumsi bahan bakar pengujian menghasilkan rata-rata pertalite 0,07 g/s pada 1497 rpm dan biogas 0,08 g/s pada 1532 rpm. Metana (CH₄) memiliki LHV (*Lower Heating Value*) 50,1 MJ/kg, sedangkan bensin umumnya oktana (C₃H₁₈) memiliki LHV 42,5 MJ/kg [18]. Penelitian ini tidak menggunakan konverter kit BBG sehingga mengakibatkan konsumsi bahan bakar gas yang tidak sesuai dengan nilai kalornya.

4. Kesimpulan

Biogas sampah Kota Semarang dapat dikompresi ke dalam tabung kaleng selama 7 detik dan menghasilkan tekanan isi 8 kg/cm² dengan massa gas rata-rata 6 g. Emisi gas buang yang dihasilkan yaitu CO 0,076 % vol dan HC 1888 ppm vol, sedangkan pertalite CO 3,198 % vol dan HC 2449 ppm vol pada 1512 rpm dan suhu mesin 73°C. Konsumsi yaitu biogas 4,63e-13 Kg/Cycle pada 1532 rpm dengan suhu mesin 74°C, sedangkan pertalite 4,12e-13 Kg/Cycle pada 1497 rpm.

Daftar Pustaka

- [1] Ismiyati, I., Marlita, D., & Saidah, D. 2014. Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 1(3), 241-248.
- [2] Kusumawati, P. S., Tang, U. M., & Nurhidayah, T. 2013. Hubungan Jumlah Kendaraan Bermotor, Odometer Kendaraan dan Tahun Pembuatan Kendaraan dengan Emisi CO₂ di Kota Pekanbaru'. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 7(1), 49-59.
- [3] Ernawati, D., Budiastuti, S., & Masykuri, M. (2012). Analisis Komposisi, Jumlah dan Pengembangan Strategi Pengelolaan Sampah di Wilayah Pemerintah Kota Semarang Berbasis Analisis SWOT. *Ekosains*, 4(2).
- [4] Prastya, R., Susilo, B., & Lutfi, M. 2013. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Biogas terhadap Emisi Gas Buang Mesin Generator Set. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 1(2), 77-84.

- [5] Pulkrabek, W. W. 2014. *Engineering Fundamentals of The Internal Combustion Engine*. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.
- [6] Heywood, J. B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. USA: McGraw-Hill, Inc.
- [7] Vijay, V. K., Chandra, R., Subbarao, P. M., dan Kapdi, S. S. 2006. Biogas Purification and Bottling Into CNG Cylinders: Producing Bio-CNG From Biomass for Rural Automotive Applications. *The 2nd Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment*, 1-6.
- [8] Bajracharya, T. R., Dhungana, A., Thapaliya, N., & Hamal, G. 2009. Purification and Compression of Biogas: A Research Experience. *Journal of the Institute of Engineering*, 7(1), 90-98.
- [9] Arifin, Z., dan Sukoco. 2009. *Pengendalian Emisi Kendaraan*. Edisi Pertama. Bandung: Alfabeta.
- [10] Harbintoro, S. 2016. Studi Eksplorasi Motor Bakar Berbahan Bakar Ganda dalam Upaya Mendukung Pengembangan Motor Bakar Berbahan Bakar Gas Alam. *Metal Indonesia*, 36(1), 34-42.
- [11] Hery, A. F., Septiropa, Z., Riansyah, S., & Romadhi, F. 2012. Pemanfaatan Biogas/Landfillgas Sebagai Bahan Bakar Mesin Bensin 1silinder 4 Langkah. *Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 162-168.
- [12] Porpatham, E., Ramesh, A., & Nagalingam, B. (2012). Effect of Compression Ratio on The Performance And Combustion Of A Biogas Fuelled Spark Ignition Engine. *Fuel*, 95, 247-256.
- [13] Putra, W. T. 2016. Analisa Hasil Penyimpanan Energi Biogas Ke Dalam Tabung Bekas. *Prosiding SENIATI*, 255-260.
- [14] Pertiwiningrum, A. 2016. *Instalasi Biogas*. Cetakan Pertama. Yogyakarta: CV Kolom Cetak.
- [15] Sudrajat, H. R. (2006). *Mengelola Sampah Kota*. Niaga Swadaya.
- [16] Suyitno, Agus. S., dan Dharmanto. 2009. *Teknologi Biogas*. Cetakan Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.