

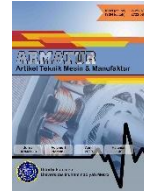


Contents list available at [Sinta](https://sinta)

ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>



Pengaruh konversi mesin genset 160 cc berbahan bakar bensin dengan *converter kit liquefied petroleum gas* terhadap emisi gas buang

Berto Yusuf Nugroho^{1*}, Ahmad Arby Trihatmojo², Anggit Bayu Sasongko³, Yoga Arob Wicaksono⁴

^{1,2,3,4}Prodi Pemeliharaan Kendaraan Ringan, Akademi Komunitas Negeri Pacitan
Jl. Walanda Maramis, No 4 A, Sidoharjo, Kabupaten Pacitan, Indonesia

ARTICLE INFO

Keywords:

Portable generator
Petroleum engine
Energi conversion
LPG
Emission

ABSTRACT

Usability of portable generators fueled by petroleum as a substitute for the community's primary source of electrical energy when the main electricity source black out is still the best choice for the community, limited space for good air circulation will make emissions harmful to users or community, innovation is needed to reduce the levels of exhaust emissions produced by saving fuel or converting the fuel used, one of which is by replacing the carburetor in portable generators fuel engine with a converter kit using Liquefied Petroleum Gas (LPG). In this study, the lowest use of petroleum fuel was obtained at 36.3 ml/minute or 0.406 liters/hour, consumption of LPG fuel is 0.159 liters/hour, exhaust emission test results obtained at 5.3% CO emissions from petroleum fuel and 125 ppm for HC fuel oil emissions, compared to the results of LPG CO exhaust emission tests. of 0.90% and fuel HC emissions ar LPG of 41 ppm, the use of LPG fuel in Portable Generators with a converter kit has the effect of using more efficient fuel and very low fuel emissions.

Pendahuluan

Usaha/kegiatan yang menggunakan mesin pembakaran dalam memiliki potensi menimbulkan pencemaran udara, pemerintah melalui peraturan no 22 tahun 2021 tentang penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup [1], mengatur ketentuan baku mutu emisi mesin pembakaran dalam pada *Genset*, Penggunaan *Genset* skala kecil seringkali dipakai sebagai pengganti sumber energi listrik utama (Primer) pada masyarakat, hal tersebut dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya pemadaman listrik yang masih sering terjadi di beberapa wilayah Indonesia, berdasarkan data dari

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia bahwa *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) Nasional atau lama pemadaman listrik hanya 12,72 jam/pelanggan/tahun di bawah target 15 jam/pelanggan/tahun. Adapun *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI) Nasional atau frekuensi pemadaman listrik hanya 9,25 kali/pelanggan/tahun di bawah target 10 kali/pelanggan/tahun [2] dimana jika dilakukan rata rata akan ada 1.06 jam/pelanggan/ bulan masih terjadi pemadaman listrik di wilayah tertentu.

Penggunaan *Genset* dengan mesin pembakaran dalam berbahan bakar minyak

*Corresponding author: bertoyusufnugroho@gmail.com
<https://10.24127/armatur.v4i1.3426>

pada skala rumah tangga tetap menghasilkan emisi gas buang yang berbahaya jika tidak ditempatkan pada ruangan yang memiliki sirkulasi udara baik. Emisi gas buang yang dihasilkan di antaranya CO (Karbon Monoksida), HC (Hidrokarbon), CO₂ (Karbon Dioksida) dan NO (Nitrogen Oksida) [3], salah satu cara untuk mengurangi dampak penggunaan bahan bakar minyak pada kendaraan bermotor mesin pembakaran dalam adalah dengan meningkatkan efisiensinya [4], Selain peningkatan efisiensi penggunaan energi alternative juga bisa menjadi solusi tepat untuk mengurangi ketergantungan dalam penggunaan bahan bakar minyak, kebijakan pemerintah dalam energi baru dan terbarukan dengan melakukan diversifikasi energi sebagai tempat guna memanfaatkan aneka ragam sumber energi seperti tertuang dalam PP no 79 tahun 2014 tentang kebijakan pengelolaan energi yang berdasarkan prinsip keadilan, berkelanjutan dan berwawasan lingkungan guna terciptanya kemandirian energi dan ketahanan nasional. Bahan bakar *Liquefied Petroleum Gas* sebagai pengganti minyak bumi sangatlah efisien dinilai dari nilai ekonomisnya [5].

Sumber energi adalah sesuatu yang dapat menghasilkan energi baik secara langsung maupun tidak langsung melalui proses konversi atau transformasi, sumber energi dapat dihasilkan dari panas bumi, angin, udara, aliran panas dan air serta perbedaan suhu air laut [6]. Bahan bakar dari mesin pembakaran dalam lebih banyak menggunakan bahan bakar minyak, penggunaan bahan bakar minyak menjadi penyumbang emisi terbanyak di dunia, Sub sektor transportasi juga menjadi penyumbang besar zat-zat pencemaran akibat pembakaran bahan bakar minyak seperti CO, HC dan Nox [7].

Metode

Dalam penelitian ini penggunaan bahan bakar minyak Jenis (Pertalite) dan bahan bakar gas jenis LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) pada generator akan

diperbandingkan dengan Persamaan (1) dan (2).

$$fc = \frac{L}{hr} \quad (1)$$

$$\sum fc = \frac{L/hr}{L/kW} \quad (2)$$

Dalam hal waktu operasi Genset \geq 1000 jam wajib dilakukan pemantauan emisi maka kadar emisi gas buang [6] yang dihasilkan antara bahan bakar minyak dan bahan bakar gas juga akan dilakukan perbandingan. Campuran gas di dalam LPG tidak dilakukan perubahan dan mengikuti spesifikasi dari LPG 3 Kg distribusi dari Pertamina, sehingga akan lebih ditekankan pada hasil dari pengaruh konversi BBM ke dalam bahan bakar gas dan emisi gas buang sebelum dan sesudah menggunakan konverter kit.

Mesin uji

Pada penelitian ini digunakan objek uji Genset dengan mesin pembakaran dalam 160 cc type penyalaan api, spesifikasi dari mesin uji disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Spesifikasi mesin GS2200

Model Mesin	GS2200
Jumlah silinder	1
Kapasitas Silinder	160 cc
Katup	OHV
Bore Stroke	52.00 mm X 75.00 mm
Rasio Kompresi	8 : 1
Pemasukan Bahan Bakar	Karburator, Ø 18.62
Sistem Pendinginan	Udara

Tabung gas

Komponen yang digunakan sebagai converter harus memiliki standart keamanan yang baik berdasarkan Peraturan Badan Standardisasi Nasional Nomor 7 2016 Tentang Skema Sertifikasi Alat Konversi Bahan Bakar Gas [8], tangki bahan bakar gas yang digunakan adalah produksi dari Pertamina dengan spesifikasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi tabung LPG

PIC	04057	LPG
WC	7.30	ltr
TW	5.00	kg
TP	31	kg/cm ²
Prod Yr	04	2021

Komposisi campuran LPG dari Pertamina mengandung 50 % Propane dan 50 % Butane, dengan tekanan gas sebesar 120 psi atau 8 bar, sedangkan valve/katup LPG sebagai pengaman diatur untuk tekanan sebesar 24 bar [9].

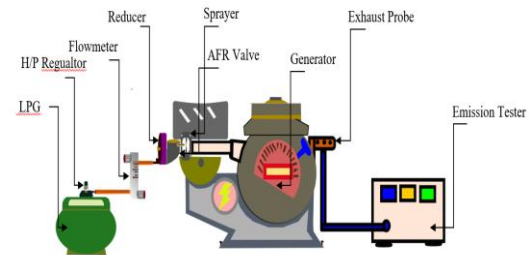
Konverter kit

Konverter kit yang digunakan adalah konverter bahan bakar minyak menjadi gas LPG pada mesin type SI (*Spark Ignition*) dengan rincian komponen sebagai berikut :

- a. Regulator tabung :
Diperlukan penggunaan regulator dengan tekanan tinggi untuk mempermudah perubahan campuran AFR pada ruang bakar dengan standarisasi regulator dari SNI ISO 10524.
- b. Selang karet LPG:
Selang karet LPG digunakan untuk menyalurkan gas ke dalam konverter kit dengan standarisasi selang karet SNI 7213:2014
- c. Penurun tekanan :
Pengatur tekanan berguna untuk menurunkan tekanan Gas pada LPG yang berkisar 8 – 13 Bar, dengan pengatur tekanan diperlukan untuk mengecilkan *pressure drop* mencapai 1 Bar untuk mendapatkan AFR yang ideal. Penurun tekanan (*Reducer*) akan bekerja berdasarkan tekanan kevakuman di dalam ruang bakar, ketika mesin tidak bekerja maka kevakuman akan otomatis terhenti sehingga akan menutup katup di dalam komponen penurun tekanan dan mematikan aliran bahan bakar.
- d. Katup gas:
Digunakan sebelum pengatur tekanan digunakan membuka atau menutup gas pada saat diperlukan.
- e. Katup AFR :
Digunakan untuk merubah AFR supaya campuran udara dan bahan bakar gas dapat tercampur dengan baik.
- f. *Sprayer* dan karburator:
Gas akan dimasukkan ke dalam karburator menggunakan *sprayer*, ditempatkan di dalam *venturi* masuk

karburator, *sprayer* hanya akan memasukkan gas sedangkan venturi karburator akan memasukkan udara berdasarkan kevakuman di dalam ruang bakar, jumlah udara dan gas akan diatur menggunakan katup *butterfly* di pintu masuk karburator.

Skema pemasangan konverter kit pada genset tersaji pada Gambar 1 berikut



Gambar 1. Skema pemasangan konverter hasil dan pembahasan

Perbandingan penggunaan bahan bakar

Diperlukan pengaturan untuk membuat mesin genset bekerja dengan bahan bakar gas dimana tekanan gas yang keluar dari LPG adalah rentang 8 – 12 Bar, LPG dari Pertamina memiliki jenis campuran Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}) [10], gas yang keluar dari LPG dengan tekanan 8 bar harus diturunkan untuk mengurangi volumetric gas di ruang bakar yang dapat menyebabkan mesin memiliki campuran kaya sehingga sulit untuk mendapatkan pembakaran sempurna, pada pengujian ini laju aliran bahan bakar gas untuk mendapatkan mesin dengan idle baik sebesar 1500-2000 rpm didapatkan dengan mengatur jumlah udara berdasarkan buka tutup throttle. Besarnya rasio udara terhadap bahan bakar secara teoritis dihitung pada persamaan 3. selanjutnya pada persamaan 4 digunakan sebagai dasar menentukan debit udara.

$$AF = \frac{N_{udara} \cdot M_{udara}}{N_{LPG} \cdot M_{LPG}} \quad (3)$$

$$\dot{V}_{udara} = \left(\frac{\rho_{LPG}}{\rho_{udara}} \right) \cdot \dot{V}_{LPG} \cdot AF \quad (4)$$

Katup AFR digunakan untuk mendapatkan debit udara dan bahan bakar *stoikiometri* [11] diperlihatkan dengan didaptkannya *idle* mesin genset sesuai spesifikasi sebesar 1500-2000 Rpm. Pada

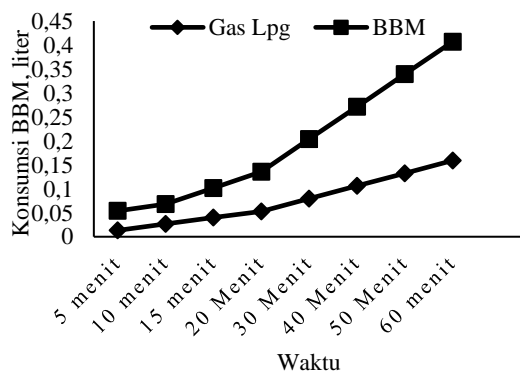
umumnya mesin pembakaran dalam yang digunakan pada kendaraan maupun aplikasi lainnya akan tetap membutuhkan pengaturan *minor* terhadap penggunaan bahan bakar gas diantaranya sistem pengapian, pemasukan udara dan bahan bakar dan koneksi elektrik lainnya [12].

Pada pengujian konsumsi bahan bakar dihasilkan perbandingan bahan bakar antara bahan bakar minyak dan bahan bakar gas diberikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan konsumsi bahan bakar minyak dan bahan bakar LPG

Menit	Gas LPG (L/m)	BBM (L/m)
5	0.01325	0.0539
10	0.0265	0.0678
15	0.03975	0.1017
20	0.053	0.1356
30	0.0795	0.2034
40	0.106	0.2712
50	0.1325	0.339
60	0.159	0.4068

Perbandingan konsumsi bahan bakar pada mesin uji menunjukkan bahwa bahan bakar minyak memiliki tingkat konsumsi yang tinggi, dengan total pemakaian selama 1 jam bahan bakar minyak terkonsumsi sebesar 0.4068 Liter, sedangkan pada gas hanya memerlukan 0.159 liter, secara efisiensi nilai konsumsi bahan bakar LPG lebih baik ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan penggunaan bahan minyak dan dan bahan bakar LPG

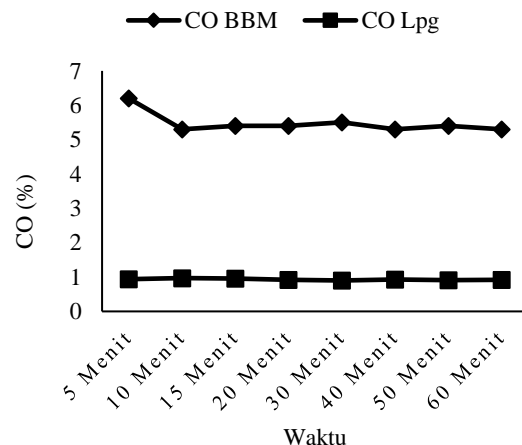
Perbandingan hasil uji emisi gas buang

Tingginya Emisi CO dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna

pada ruang bakar dimana karbon (C) dalam kandungan bahan bakar tidak mendapatkan oksigen yang cukup dalam proses pembakaran [13], untuk mendapatkan hasil uji emisi pembakaran bahan bakar dan udara pada mesin uji dilakukan sesuai dengan standart uji emisi gas buang dari kementerian lingkungan hidup nomor 11 tahun 2021 [6] yang disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 3.

Tabel 4. Hasil uji emisi karbon monoksida BBM Vs LPG

Menit	CO BBM (%)	CO Lpg (%)
5	6.2	0.94
10	5.3	0.97
15	5.4	0.96
20	5.4	0.92
30	5.5	0.9
40	5.3	0.93
50	5.4	0.91
60	5.3	0.92



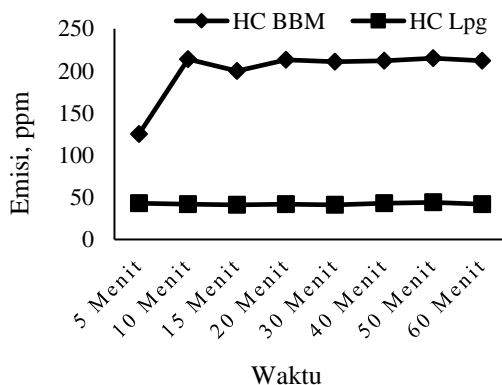
Gambar 3. Perbandingan emisi karbon monoksida BBM vs LPG

Dari hasil pengujian emisi gas buang antara penggunaan bahan bakar minyak dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar gas lpg didapatkan bahwa lpg memiliki nilai emisi yang sangat rendah, dengan pemakaian uji selama 1 jam didapatkan rata rata emisi CO sebesar 0.92 %, hal ini akan berdampak baik bagi lingkungan dan penggunaan genset *portable* di permukiman. Untuk emisi HC yang dihasilkan disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 4.

Tabel 5. Hasil uji emisi hidrokarbon BBM Vs LPG

Menit	HC BBM (ppm)	HC Lpg (ppm)
5	125	43
10	214	42
15	200	41
20	213	42
30	211	41
40	212	43
50	215	44
60	212	42

Pada pengujian emisi HC didapatkan bahwa emisi terendah penggunaan LPG sebesar 41 ppm dan tertinggi 43 ppm, sedangkan emisi penggunaan BBM terendah sebesar 125 ppm dan tertinggi sebesar 215 ppm, emisi HC adalah salah satu konsekuensi penggunaan bahan bakar yang terbentuk dari rangkaian ikatan Hidrokarbon dan sehingga akan tetap dihasilkan ketika bahan bakar tidak terbakar dengan sempurna [14], grafik uji perbandingan uji emisi HC BBM dan emisi HC pada LPG disajikan sebagai berikut :



Gambar 4. Perbandingan emisi HC BBM dan emisi HC LPG

Kesimpulan

Pada penelitian ini hasil dari perubahan bentuk saluran masuk bahan bakar dan udara untuk mengkonversi bahan bakar minyak menjadi bahan bakar LPG pada mesin genset type GS2200 OHV 163 CC dengan kapasitas 2200 Watt memiliki hasil yang baik dimana pada pengujian awal penggunaan bbm selama 1 jam penuh adalah sebesar 0.406 liter/jam, sedangkan dengan menggunakan LPG didapatkan hanya membutuhkan 0.159 liter/jam, untuk emisi gas buang CO dan HC yang dihasilkan

bahwa pada uji standart bbm didapatkan nilai terendah emisi CO sebesar 5.3 % dan emisi HC terendah dihasilkan sebesar 125 ppm, untuk Emisi pada Gas LPG didapatkan Emisi CO terendah di 0.90% dan Emisi HC terendah dihasilkan sebesar 41 ppm, penggunaan converter kit untuk mengubah bahan bakar minyak menjadi bahan bakar LPG memberikan dampak penggunaan bahan bakar yang lebih efisien dan emisi bahan bakar yang sangat rendah dan lebih aman digunakan pada mesin genset di permukiman.

Referensi

- [1] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup," *Sekr. Negara Republik Indones.*, vol. 1, no. 078487A, p. 483, 2021, [Online]. Available: <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>.
- [2] K. E. dan S. D. M. R. Indonesia, "Capaian Kinerja Ketenagalistrikan 2020, Rasio Elektrifikasi Capai 99,20%," 2021. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/capaian-kinerja-ketenagalistrikan-2020-rasio-elektrifikasi-capai-9920>.
- [3] Q. Fitriyah and P. N. Batam, "Pada-Motor-Bakar-Rasio-Kompresi-9-1-Terhadap-Emisi-Gas-Buang," no. January 2020, 2021, doi: 10.13140/RG.2.2.19470.89927.
- [4] Y. N. Rohmat, "Studi Eksperimen Konversi Lpg Pada Sepeda Motor Berbahan Bakar Bensin," *J. Teknol. Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–17, 2015.
- [5] K. A. Ma'muri and W. Susilo, "Rancang Bangun Konverter Kit Dual Fuel (Lpg – Solar) Untuk Mesin Diesel Kapal Nelayan Tradisional," *Jurnal. Umj. ac. id*, no. November 2016, pp. 1–8, 2016.
- [6] MenLHK RI, "Peraturan MenLHK RI No. 11 Tahun 2021 Tentang Baku

- Mutu Emisi Mesin Dengan Pembakaran Dalam,” pp. 1–32, 2021.
- [7] N. Hidayat, B. B. Pratama, A. Arif, M. Y. Setiawan, and M. Masykur, “Pengaruh Variasi Camshaft Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor,” *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 8, no. 2, p. 143, 2022, doi: 10.35308/jmkn.v8i2.5244.
- [8] B. Standardisasi, “Badan Standardisasi Nasional,” *Dewan Jakarta., Standarisasi Nas. Indones.*, pp. 1–15, 2013.
- [9] D. J. M. G. dan B. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, “Komposisi LPG Tidak Berubah,” 2010. <https://migas.esdm.go.id/post/read/Komposisi-LPG-Tidak-Berubah>.
- [10] Kementerian ESDM, “Kebijakan Nasional Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi,” *Kementeri. ESDM*, pp. 1–32, 2019, [Online]. Available: <http://iesr.or.id/wp-content/uploads/2019/11/191216-IESR-Clean-Energi-Outlook.pdf>.
- [11] T. H. A. Santosa, M. Nadjib, H. F. Ikhsan, T. K. Waskitho, and F. E. Ramadhany, “Penentuan Nilai Kalor Eksperimental LPG dengan Variasi Udara Berlebih dan Variasi Debit LPG 0,4; 0,5; dan 0,6 LPM,” *JMPM (Jurnal Mater. dan Proses Manufaktur)*, vol. 6, no. 1, pp. 37–47, 2022, doi: 10.18196/jmpm.v6i1.15728.
- [12] T. Kivevele, T. Raja, V. Pirouzfard, B. Waluyo, and M. Setiyo, “LPG-fueled vehicles: An overview of technology and market trend,” *Automot. Exp.*, vol. 3, no. 1, pp. 6–19, 2020, doi: 10.31603/ae.v3i1.3334.
- [13] B. C. Purnomo, N. Widodo, S. Munahar, M. Setiyo, and B. Waluyo, “Karakteristik Emisi Gas Buang Kendaraan Berbahan Bakar LPG untuk Mesin Bensin Single Piston,” *6th Univ. Res. Colloq. 2017 Univ. Muhammadiyah Magelang Karakteristik*, pp. 7–12, 2017, [Online]. Available: <https://doi.org/10.31603/ae.v2i1.2632>.
- [14] K. Winangun, W. T. Putra, G. A. Buntoro, A. Nirmala, and I. Puspitasari, “Performance and engine exhaust emissions in a mixture of pertamax with PET plastic oil,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 980, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/980/1/012059.