

---

## KADAR EMISI GAS BUANG PADA *SI ENGINE* 4 *STROKE-LPG FUEL* DENGAN VARIASI BUKAAN KATUP GAS

Nanang Romandoni\*<sup>1</sup>, Noorsakti Wahyudi<sup>2</sup>, Kholis Nur Faizin<sup>3</sup>, Firdho Putra Fadillah<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Politeknik Negeri Madiun; Jl. Serayu No.84 Kota Madiun, (0351) 452970/(0351) 452960  
<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Mesin Otomotif, Jurusan Teknik, Madiun  
e-mail: \*<sup>1</sup>nanang@pnm.ac.id,<sup>2</sup>noorsakti@pnm.ac.id, <sup>3</sup>kholis@pnm.ac.id,  
<sup>4</sup>firdhoputra35@gmail.com

### **Abstrak**

Penggunaan bahan bakar LPG pada spark ignition engine terus dikembangkan diantaranya adalah penggunaan converter kits sebagai alat konversi dari bahan bakar gasoline menjadi LPG. Akan tetapi penggunaan converter kits belum optimal dikarenakan campuran udara dan gas belum bercampur secara homogen di dalam ruang bakar. Oleh karena itu, perlu dilakukan desain ulang converter kits yang mempercepat proses pencampuran antara udara dan gas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan bahan bakar LPG pada spark ignition engine dengan converter kits pada variasi bukaan katup gas terhadap emisi gas buang dan temperatur gas buang. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan variasi bukaan katup gas pada engine adalah 25%, 50%, 75%, dan 100%. Data yang akan dibandingkan pada penggunaan bahan bakar gasoline dan LPG antara lain carbon monoxide (CO), hydrocarbon (HC), dan mean gas temperature. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan bahan bakar antara gasoline dan LPG terhadap kadar emisi gas buang pada spark ignition engine dengan variasi bukaan katup gas secara rata-rata mampu mereduksi emisi CO sebesar 92%, HC sebesar 72%, dan meningkatkan mean average temperature sebesar 17%. Ini menunjukkan penggunaan converter kits pada setiap bukaan katup mampu menurunkan kadar emisi gas buang CO dan HC dibandingkan gasoline. Akan tetapi berbanding terbalik dengan mean gas temperature, pada setiap variasi bukaan katup gas terjadi peningkatan temperatur yang signifikan. Ini dikarenakan heating value yang dimiliki oleh LPG lebih besar dibandingkan dengan gasoline.

**Kata kunci**— Kadar emisi gas buang, spark ignition engine, variasi bukaan katup gas

### **Abstract**

The use of LPG fuel in spark ignition engines continues to be developed, including the use of converter kits as a conversion tool from gasoline to LPG. However, the use of converter kits is not optimal because the mixture of air and gas has not been mixed heterogeneously in the combustion chamber. Therefore, it is necessary to redesign the converter kits that speed up the mixing process between air and gas. This study aims to evaluate the use of LPG fuel in spark ignition engines with converter kits on variations in throttle valve openings on exhaust gas emissions and exhaust gas temperatures. The research method used is an experiment with variations in the throttle valve opening on the engine are 25%, 50%, 75%, and 100%. Data that will be compared on the use of gasoline and LPG fuels include carbon monoxide (CO),

---

*hydrocarbon (HC), and mean gas temperature. The results showed that the use of fuel between gasoline and LPG on exhaust gas emission levels in spark ignition engines with variations in throttle valve openings was able to reduce CO emissions by 92% on average, HC by 72%, and increase the mean average temperature by 17%. This shows that the use of converter kits at each valve opening is able to reduce levels of CO and HC exhaust emissions compared to gasoline. However, it is inversely proportional to the mean gas temperature, at each variation of the gas valve opening there is a significant increase in temperature. This is because the heating value of LPG is greater than that of gasoline.*

**Keywords**—*Exhaust gas emission, spark ignition engine, throttle valve open*

## 1. PENDAHULUAN

*Liquified Petroleum Gas (LPG)* merupakan gas bumi yang dicairkan. Komposisinya didominasi oleh propana dan butana [1]. LPG memiliki beberapa keuntungan diantaranya adalah nilai *research octane number (RON)* tinggi sebesar 98 yang hasil pembakarannya lebih sempurna dibandingkan *gasoline*. Ini dapat diidentifikasi dari sedikitnya jumlah jelaga (ditandai dengan rantai karbon LPG lebih pendek dibandingkan *gasoline*) dengan tingkat kehomogenan yang baik. Ketidaksempurnaan proses pembakaran bahan bakar pada *spark ignition engine* adalah penyebab menurunnya performa mesin. Penyebab dari ketidaksempurnaan pembakaran ini antara lain dikarenakan oleh keterbatasan waktu pembakaran, kurang idealnya *air fuel ratio (AFR)*, terbakarnya bahan bakar sebelum waktu pembakaran (*auto ignition*), kontaminasi pelumas, dan terbentuknya kerak pada ruang bakar [2-3].

Salah satu cara mengatasi ketidaksempurnaan proses pembakaran motor bensin adalah menambahkan campuran gas LPG dengan udara pada motor bensin. Ini dilakukan dengan cara menginjeksikan campuran tersebut melalui *intake manifold*. Untuk mencampur gas LPG dengan udara dibutuhkan alat atau komponen yang bernama *mixer*. Selain sebagai tempat untuk mencampur LPG dengan udara, *mixer* berfungsi juga untuk memberikan sinyal kevakuman untuk *vaporizer*. Sinyal vakum harus merepresentasikan jumlah udara yang melewati *venturi mixer*. Untuk mencapai kondisi ini, *mixer* harus dirancang secara teliti [4-6]. Desain *mixer* yang baik tidak hanya pada bentuknya, tetapi juga ukuran venturi. Semakin kecil diameter venturi, semakin tinggi sinyal vakum untuk *vaporizer* dan semakin akurat aliran LPG. Kerugiannya adalah efisiensi volumetrik mesin akan menurun karena diameter kecil. Ini seperti seolah-olah mesin hanya dapat bekerja setengah *throttle* dan kemungkinan besar akan mengalami kerugian daya hingga 20%. Ukuran ideal untuk venturi harus minimal 75 % dari ukuran venturi karburator atau *throttle body* (jika mesin EFI). Lebih spesifik, ukuran venturi harus berkisar  $7.5 \text{ mm}^2$  dan jika mungkin  $10 \text{ mm}^2$  untuk setiap daya mesin [7].

Aplikasi penggunaan *mixer* untuk memodifikasi sepeda motor menjadi bahan bakar LPG juga telah dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan bahan LPG dengan penambahan *mixer* pada komponen *converter kits* mampu meningkatkan performa mesin [8-9]. Akan tetapi penggunaan *mixer* belum dilakukan secara optimal pada *engine stationer*. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan penggunaan *mixer* untuk mengevaluasi kadar emisi gas buang pada *engine stationer* 1 silinder tipe *spark ignition engine* berbahan bakar LPG dengan variasi bukaan katup. Penambahan *mixer* pada rangkaian *converter kit* diharapkan dapat menghasilkan campuran gas LPG dengan udara yang ideal sehingga proses pembakaran akan menjadi lebih sempurna. Ini berkorelasi dengan meningkatkan efisiensi kerja mesin dan mereduksi kadar emisi gas buang dari hasil pembakaran.

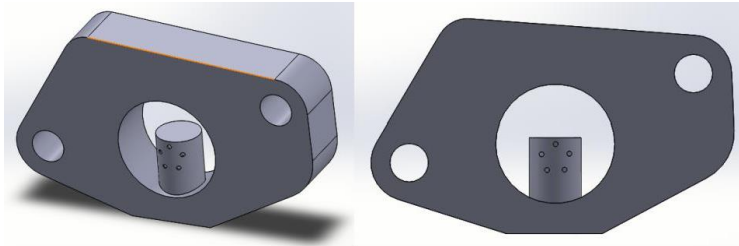
## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah eksperimen yaitu mengaplikasikan komponen *mixer* terhadap emisi gas buang mesin 4 langkah satu silinder berbahan bakar gas LPG. Variable penelitian yang digunakan adalah variable bebas, variable terukur, dan variable terkontrol. Adapun variabel bebas meliputi adanya pencampuran bahan bakar dengan udara menggunakan *mixer* pada rangkaian *converter kit* LPG; variabel terukur meliputi pengujian emisi gas buang yang di aplikasikan pada mesin Honda GX 120 satu silinder; dan variabel terkontrol meliputi pengujian dilakukan pada putaran mesin 1000rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm. Adapun spesifikasi *engine* Honda GX120 ditunjukkan pada table 1.

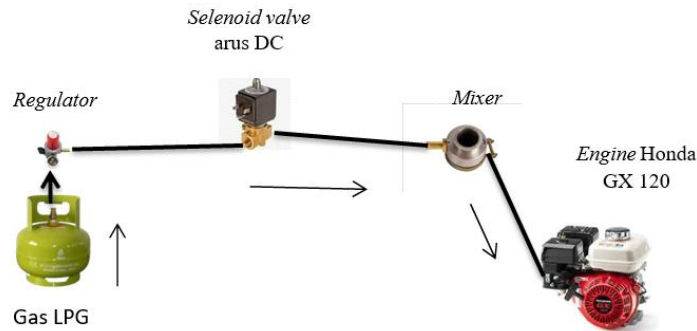
Tahapan penelitian meliputi mendesain *mixer*, pembuatan *mixer*, perakitan *mixer*, perakitan *converter kits*, dan pengujian kadar emisi gas buang. Adapun desain *mixer* ditunjukkan pada gambar 1. Komponen *converter kits* meliputi tabung LPG, *regulator*, *solenoid valve*, dan *mixer*. Adapun rancangan penelitian ditunjukkan pada gambar 2. Pada penelitian ini, alur kerja dimulai dari gas LPG keluar melalui *regulator high pressure* kemudian masuk ke *solenoid valve* yang berfungsi sebagai buka tutup katup gas LPG yang dikendalikan oleh tenaga listrik (arus DC dan bersumber baterai). Selanjutnya gas LPG mengalir ke *mixer* agar terjadi pencampuran gas LPG dengan udara sebelum masuk ke *intake manifold*, setelah melewati *intake manifold* campuran gas LPG dengan udara masuk ke dalam ruang bakar.

Tabel 1 spesifikasi *engine* Honda GX120

Uraian	Spesifikasi Teknis
Tipe Mesin	4-stroke, overhead valve, single cylinder, inclined by 25°
Isi Silinder	118 cm <sup>3</sup>
Diameter x langkah	62.0 x 42.0 mm
Rasio Kompresi	8.5 :1
Tenaga Output Kotor (SAE J1995)	2.9kW (4HP)/3600 rpm
Tenaga Output Bersih (SAE J1349)*	2.6kW (3.5 HP)/3600 rpm
Torsi Maksimum (SAE J1349)*	7.3 N.m (0.74 kgf.m, 5.4 lbf.ft)/2500 min-1 rpm
Kapasitas Tangki Bahan Bakar	2.0 Liters Gasoline Oktan 86 or higher
Sistem Pengapian	Transistorized Magneto ignition
Tipe Busi	BPR6ES, (NGK) W20EPR-U (DENSO)
Sistem Penyalaan	Recoil starter
Pembersih Udara	Semi dry type
Kapasitas Oli	0.56 Liters SAE 10W-30 (API SE or Later)
Oli yang dianjurkan	SAE 10W-30 (API Service Class SE or later)
Dimensi	305 x 346 x 329 mm
Berat Kering	13 kg



Gambar 1. Desain *converter kits*

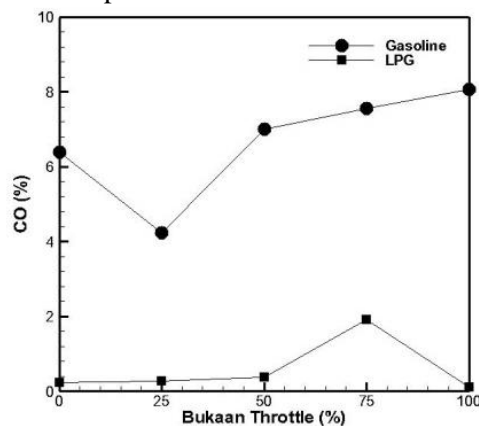


Gambar 2. Rancangan penelitian penggunaan mixer pada engine Honda GX120

Dari penelitian ini, pencampuran LPG dengan udara menggunakan *mixer* akan mendapatkan campuran gas LPG dengan udara yang homogen, kehomogenan tersebut disebabkan karena terjadi turbulensi aliran LPG dan udara dalam ruang *mixer*. Ini menyebabkan partikel gas dan udara tercampur secara merata sehingga proses pembakaran menjadi sempurna. Pembakaran yang sempurna berdampak pada kadar emisi gas buang yang rendah. Untuk kadar emisi gas buang yang diukur antara lain HC dan CO.

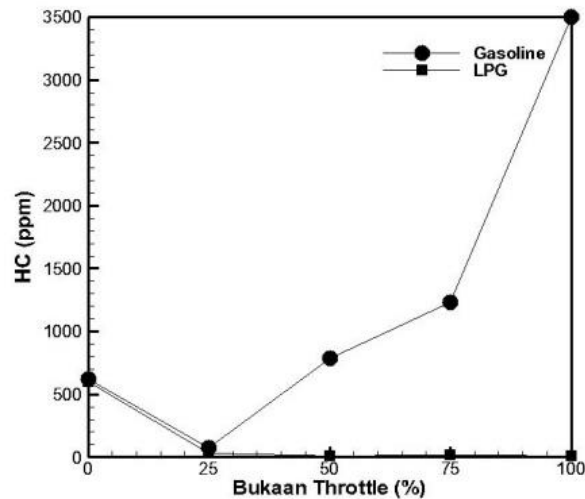
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 3 menunjukkan perbandingan data hasil pengukuran emisi CO dengan variasi bukaan *throttle* antara bahan bakar *gasoline* dan LPG. Hasilnya menunjukkan bahwa setiap bukaan *throttle* untuk semua bahan bakar terjadi peningkatan emisi CO yang signifikan. Akan tetapi jika dibandingkan antara penggunaan bahan bakar *gasoline* dan LPG pada *SI engine*, penggunaan bahan bakar LPG mampu menurunkan emisi CO secara rata-rata sebesar 92%.

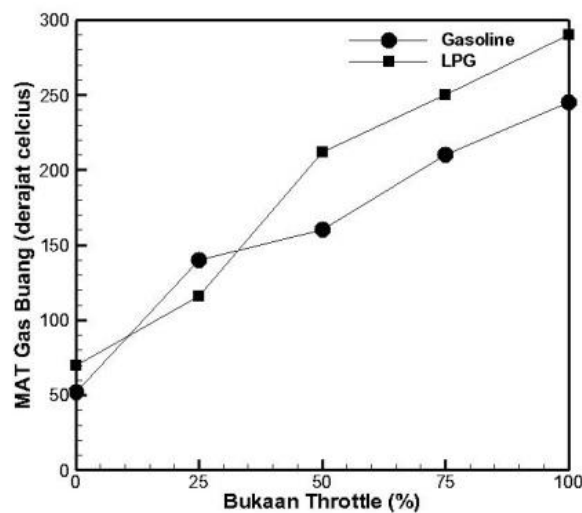


Gambar 3 Bukaan *throttle* vs. emisi CO

Gambar 4 menunjukkan perbandingan data hasil pengukuran emisi HC terhadap variasi bukaan *throttle* pada SI *engine* dengan bahan bakar *gasoline* dan LPG. Pada setiap variasi bukaan *throttle*, penggunaan bahan bakar LPG mampu menurunkan emisi HC yang signifikan. Secara rata-rata, penggunaan bahan bakar LPG mampu menurunkan kadar emisi HC sebesar 72%.



Gambar 4 Bukaan *throttle* vs. emisi HC



Gambar 5 Bukaan *throttle* vs. temperatur gas buang

Gambar 5 menunjukkan bahwa temperatur gas buang mengalami peningkatan yang signifikan pada setiap bukaan *throttle* dan masing-masing bahan bakar. Penggunaan bahan bakar LPG berpengaruh signifikan terhadap peningkatan temperatur emisi gas buang dibandingkan bahan bakar *gasoline*. Secara rata-rata penggunaan bahan bakar LPG meningkatkan temperatur gas buang sebesar 17% dibandingkan dengan bahan bakar *gasoline*.

Penggunaan bahan bakar LPG pada *spark ignition engine* berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar emisi CO dan HC seperti ditunjukkan pada gambar 3 dan 4. Ini dikarenakan pendeknya rantai karbon LPG dan terjadinya proses pembakaran yang sempurna.

#### 4. KESIMPULAN

Adapun simpulan dari penelitian adalah penggunaan bahan bakar LPG terhadap kadar emisi gas buang pada spark ignition engine dengan variasi bukaan throttle secara rata-rata mampu mereduksi emisi CO sebesar 92%, HC sebesar 72%, dan meningkatkan mean average temperature sebesar 17%.

#### 5. SARAN

Adapun saran untuk melakukan optimalisasi penggunaan bahan bakar LPG pada spark ignition engine dituliskan sebagai berikut: (1) desain Electronic Control Unit (ECU) untuk mekanisme suplai bahan bakar LPG ke dalam ruang bakar; (2) desain ruang bakar yang sesuai dengan bahan bakar LPG; dan (3) desain injector yang sesuai dengan bahan bakar LPG.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Madiun (PNM) yang telah memberi dukungan **financial** terhadap penelitian ini melalui skema penelitian kompetitif PNM.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wardhana, Y. A., H. Yudo, dan U. Budiarto, 2017, Variasi Jumlah Lubang Outlet Mixer Converter Kit Untuk Mencari torsi Maksimum Pada Mesin 6.5 PK Menggunakan Bahan Bakar LPG, *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol. 5, hal 163-172.
- [2] Prakoso, Agus Subekti, 2018, Peningkatan Unjuk Kerja Motor Bensin Dengan Penambahan Campuran LPG-Udara, *Skripsi*, Program Studi Teknik Mesin, Univ. Jember.
- [3] Cahyono, A. R., 2015, Studi Perbandingan Unjuk Kerja Mesin Bensin Empat Langkah Satu Silinder Menggunakan Bahan Bakar Bensin Dan Gas LPG, *Diploma Thesis*, Program Diploma Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [4] Setiyo, Muji., dan Waluyo, Budi, 2019, Mixer with Secondary Venturi: An Invention for the First-Generation LPG Kits, *International Journal of Automotive Science and Technology*, Vol. 3, hal 21-26.
- [5] Setyo, M., B. Waluyo, M. Husni, dan D. W. Karmiadji, 2016, Characteristics Of 1500 cc LPG Fueled Engine at Various of Mixer Venturi Area Applied On Tesla A-100 Lpg Vaporizer, *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, Vol. 78 No. 3, hal 43-49.
- [6] Sunaryo, A. Irfan, M. Setiyo, and N. Amin, 2019, Design and Simulation Of Mixer Insulators To Improve Turbulence In Intake Manifold, *Journal of Physics: Conference Series, Volume 1517, 1st Borobudur International Symposium on Applied Science and Engineering (BIS-ASE)*, Magelang Indonesia, October 16.
- [7] Osch, H. V., 2013, Technique-LPG-Instalatie, <http://www.chaosboyz.nl/rubriek/techniek/techlpg.htm>, diakses tgl 31 Maret 2022.
- [8] Aminudin, A., N. Romandoni, V. Y. Kurnia, 2020, Uji Performa Engine Matic 110 cc Bi-Fuel (Pertamax LPG) dengan Variasi Rasio Kompresi dan Ignition Timing, *Jurnal Riset dan Teknologi (BRILIANT)*, Vol. 5 No. 3, hal 584-590.
- [9] Aminudin, A., I. Puspitasari, 2020, Uji Performa Motor Matic 110 Cc Dengan Konsep Bi-Fuel (Gasoline-LPG), Vol. 6 No. 2, hal 112-117.