

FUMO (*FRIENDLY URBAN MOTOR*) : PENGEMBANGAN SEPEDA MOTOR 125CC BERBAHAN BAKAR GAS *LPG* BERBASIS REKAYASA KONVERTER KIT

¹Rizal Justian Setiawan, ²Adhe Herlambang, ³Annisa

¹Pendidikan Teknik Mesin, FT, Universitas Negeri Yogyakarta

²Teknik Mesin, FT, Universitas Negeri Yogyakarta

³Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta

¹rizaljustians@gmail.com, ²adheherlambang@yahoo.co.id, ³annisaica59@gmail.com

Abstrak

Menurut data BPS Republik Indonesia tahun 2016, jumlah sepeda motor di Indonesia tercatat sebanyak 105.150.082 sepeda motor. Peningkatan ini menyebabkan peningkatan konsumsi BBM di sektor transportasi sebesar 45,9 juta KL pertahun (Kementerian ESDM, 2016). Selain itu, 90% karbon monoksida yang ada di perkotaan berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor (JICA, 2011) Bersamaan hal tersebut, harga BBM untuk kendaraan yang terus mengalami peningkatan (Tribun News, 2017). Untuk itu, sumber energi selain BBM sangat diperlukan salah satunya yang belum dimanfaatkan pada sektor transportasi seperti *natural gas*. Menurut ESDM (2012), Indonesia diperkirakan mempunyai sumber daya gas alam sebesar 335 triliun *cubic feet* atau setara dengan 599,6 miliar barel minyak bumi. Selain itu, bahan bakar gas LPG juga memiliki keuntungan antara lain lebih murah daripada BBM dan angka oktan sekitar 120-130 yang lebih banyak daripada BBM (I Made Nuarsa, 2018). Bahan bakar minyak hanya memiliki angka oktan sekitar 88-92, dimana angka oktan Premium adalah 88 dan Pertamax adalah 92 (BP Migas, 2018). Oleh karena itu, untuk menanggulangi permasalahan BBM dan menciptakan energi baru pada sektor transportasi, masyarakat harus mampu mensubsitusi BBM dengan *gas LPG* untuk kendaraan sepeda motor. Tujuan dari penelitian ini adalah menciptakan sepeda motor *FUMO* yang ramah lingkungan berbahan bakar *gas LPG* dengan memodifikasi alat konversi energi (*converter kits*). Metode penelitian yang digunakan adalah Penelitian dan Pengembangan (*Research & Development*) yang memiliki tujuh tahapan, yaitu Identifikasi masalah, Perancangan, Pembuatan, Validasi, Revisi, Implementasi dan Analisis. Hasil yang dicapai adalah terciptanya *FUMO (Friendly Urban Motor)* yang berbahan bakar gas LPG,

didapatkan kecepatan maksimal dalam dua kali percobaan adalah $\pm 85 \text{ Km/h}$ dengan konsumsi energi sebesar 67 Km/Kg dan juga memiliki kadar emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan sepeda motor yang menggunakan BBM dari fosil. Kesimpulan dari penelitian ini antara lain menciptakan energi baru untuk sektor transportasi, serta menciptakan FUMO sebagai sepeda motor yang hemat energi, ramah lingkungan dan mudah digunakan.

Kata Kunci: FUMO, *Converter Kits*, *Energi*, *Gas LPG*.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan otomotif sebagai alat transportasi jumlahnya semakin meningkat terutama jenis sepeda motor. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan penduduk, meningkatnya GDP dan banyaknya jumlah masyarakat Indonesia yang berada di usia produktif. Menurut data BPS Republik Indonesia tahun 2016, jumlah sepeda motor di Indonesia selalu meningkat tiap tahunnya hingga 2016 tercatat sebanyak 105.150.082 sepeda motor.

Peningkatan ini menyebabkan peningkatan konsumsi BBM di sektor transportasi. Peningkatan ini sebesar 45,9 juta KL pertahun, menjadi pengguna terbanyak dibanding sektor lain (Kementerian ESDM, 2016). Bersamaan hal tersebut, harga BBM untuk kendaraan yang terus mengalami peningkatan (Tribun News, 2017). Produksi BBM jumlah produksinya semakin menurun hingga mengalami krisis energi pada tahun 2004. Namun, penggunaan bahan bakar selain minyak masih banyak yang belum termanfaatkan seperti *natural gas* sebesar 100.000.000 barel per tahun (Kementerian ESDM, 2012).

Selain mahal dan kurang efisien, pemakaian BBM juga menimbulkan polusi di perkotaan. Di dalam laporan WHO, menyatakan 90% dari karbon monoksida di daerah perkotaan berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor terutama sepeda motor. Kajian JICA (*Japan International Cooperation Agency*) tahun 2011 juga menyebutkan bahwa penyumbang zat-zat pencemar terbesar di Indonesia adalah gas karbon monoksida (CO) sebesar 58%. Akibat dari pencemaran udara menimbulkan berbagai pengaruh terhadap kesehatan. Pada tahun 2012, WHO memperkirakan 800.000 kematian pertahun di dunia diakibatkan polusi udara (JICA, 2012).

Indonesia mempunyai cadangan gas alam sebesar 152 triliun standard *cubic feet* (TSCF) dan cadangan gas unconventional seperti CBM dan shale gas mencapai 453 dan 564

TSCF. Cadangan gas alam Indonesia melimpah dan tersebar di seluruh Indonesia, inilah yang seharusnya dikembangkan oleh pemerintah, bukan hanya sekedar untuk diekspor”. Berdasarkan data dari BP MIGAS kekayaan gas alam di Indonesia mencapai 2/3 lebih banyak dibandingkan minyak bumi. Indonesia juga menjadi salah satu negara pengeksport gas terbesar di dunia. Di blok natuna timur sendiri memiliki kekayaan gas alam sebesar 46 triliun *cubic feet* yang dapat diolah. Perusahaan yang ada di Indonesia telah memproduksi gas alam sebesar 8,8 miliar *cubic feet* per-hari di tahun 2011 atau setara dengan 1,5 juta barel minyak bumi (Kementerian ESDM, 2013).

Penggunaan bahan bakar gas LPG juga memiliki keuntungan antara lain lebih murah daripada BBM dan angka oktan sekitar 120-130 yang lebih banyak daripada BBM (I Made Nuarsa, 2018). Bahan bakar minyak hanya memiliki angka oktan sekitar 88-92, angka oktan Premium adalah 88 dan Pertamax adalah 92 (BP Migas, 2018). Selain itu, pemakaian bahan bakar menjadi lebih irit, kemungkinan terjadi detonasi dan ketukan (*knocking*) sangat kecil, proses pembakarannya juga relatif lebih sempurna, ruang bakar menjadi lebih bersih, gas buang menjadi lebih ramah lingkungan karena CO, CO₂ dan HC yang dihasilkan lebih rendah dari BBM dan umur mesin menjadi lebih panjang dari pada menggunakan bahan bakar minyak ([Boyke P. Siregar](#), 2016).

Dari kondisi yang ada di Indonesia saat ini, maka perlu mensubstitusi bahan bakar minyak dengan gas alam yaitu gas LPG. Pemanfaatan gas LPG belum banyak terutama pada sektor transportasi yang menyumbang peran terbesar dalam konsumsi bahan bakar minyak. Untuk memanfaatkannya diperlukan alat konversi yang dapat mengubah gas LPG menjadi bahan bakar untuk kendaraan.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis menciptakan inovasi kendaraan bermotor yang murah dan efektif yang dinamai FUMO (*Friendly Urban Motor*) yang menggunakan Bahan Bakar Gas LPG yang konversi energinya dilakukan melalui *converter kits*. Perancangan alat/mesin *converter kits* untuk kendaraan bermotor berbahan bakar gas LPG dilakukan karena di pasaran belum ada alat konversi gas yang cocok untuk mesin motor bakar empat langkah 125cc satu silinder dan juga selama ini belum ada modifikasi knalpot yang dapat secara efektif mereduksi polutan hasil pembakaran pada motor bakar.

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *R&D (Research and Development)*. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menghasilkan sebuah produk dan menguji produk berupa FUMO (*Friendly Urban Motor*) : Pengembangan Sepeda Motor 125cc Berbahan Bakar Gas *Lpg* Berbasis Rekayasa *Konverter Kit*. Adapun keterangan tempat dan waktu penelitian dilakukan pada :

1. Tempat Penelitian

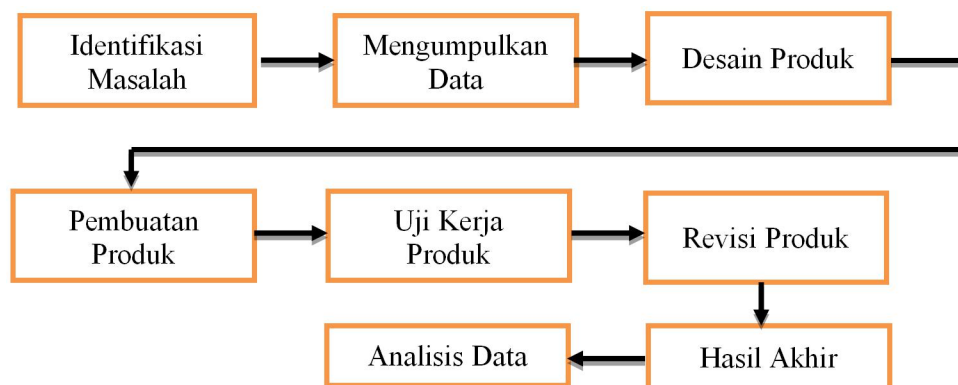
- a. Bengkel Teknik Mesin dan Otomotif FT UNY
- b. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) UNY

2. Waktu Penelitian

- a. Pembuatan *converter kits*, modifikasi motor, uji emisi dan uji *dynotest* di bengkel Teknik Mesin dan Otomotif FT UNY (23 Maret – 24 Mei 2018).
- b. Uji coba performa motor di jalan raya, implementasi dan sosialisasi pada masyarakat di Desa Krakitan (26 Mei – 1 Juni 2018).
- c. Analisis Data dan Pembuatan Artikel Ilmiah di FT UNY (2 Juni – 5 Juni 2018).

B. Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian ini dilakukan jenis penelitian *R&D (Research and Development)* yang dimodifikasi sedemikian rupa sesuai kebutuhan dari peneliti.



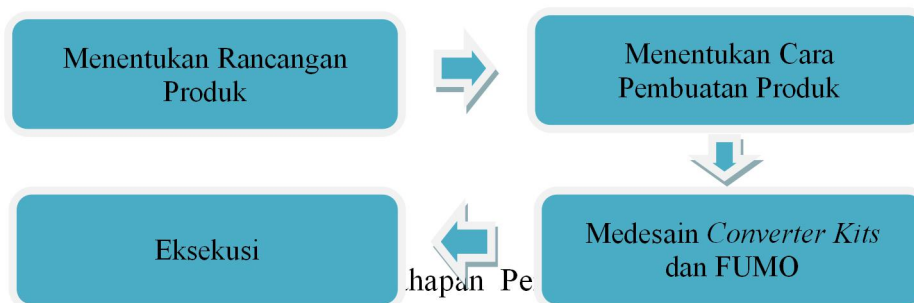
Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah

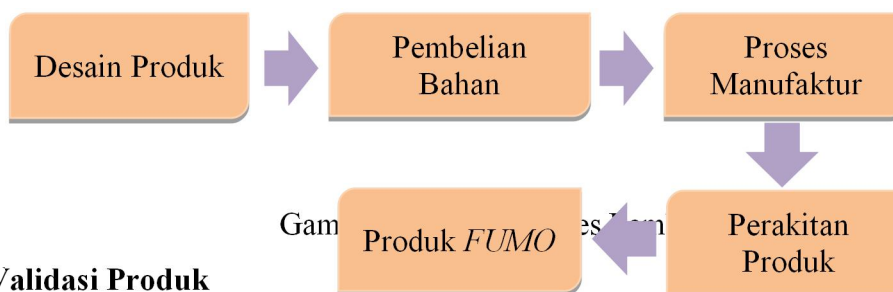
Identifikasi masalah dilakukan dengan mencari literatur terkait permasalahan pesatnya peningkatan penggunaan kendaraan bermotor, melonjaknya harga BBM, polusi di daerah perkotaan dan juga pemanfaatan energi alternatif pengganti BBM.

2. Perancangan Desain Produk

Desain produk dilakukan dengan menggunakan *software Autodesk Inventor* berdasarkan hasil observasi lapangan dan pengumpulan data.



3. Pembuatan Produk



4. Validasi Produk

Validasi produk dilakukan dengan pengujian produk, yakni meliputi:

a. Keberfungsian alat

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengoperasikan motor FUMO sesuai dengan fungsinya yaitu sepeda motor yang menggunakan bahan bakar *Gas LPG*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah keseluruhan komponen mesin yang ada berfungsi dengan baik.

b. Ketahanan produk

Untuk menguji ketahanan produk, maka yang dilakukan adalah dengan memberikan pembebanan maksimal. Waktu pengujian dilakukan selama 1 Bulan, yang terdiri dari uji jalan, uji emisi hingga uji *dynotest*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan produk FUMO dalam menahan beban maksimal sehari-hari.

5. Revisi Produk

Revisi produk dilakukan jika pengujian tidak sesuai dengan yang diharapkan. Dilakukan dengan merivisi alat konversi energi *Converter Kits* atau mengatur ulang tekanan pada tabung gas.

6. Uji Lapangan (Hasil Akhir)

Uji lapangan dilakukan dengan masyarakat desa Krakitan atau di jalanan untuk mengoperasikan produk FUMO pada kondisi sebenarnya yaitu di jalan raya dan juga membandingkan emisinya dengan motor berbahan bakar BBM.

7. Analisis

Analisis dan Pengambilan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data itu dikumpulkan oleh sampel yang telah ditentukan sebelumnya. Sampel tersebut terdiri atas sekumpulan unit analisis sebagai sasaran penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

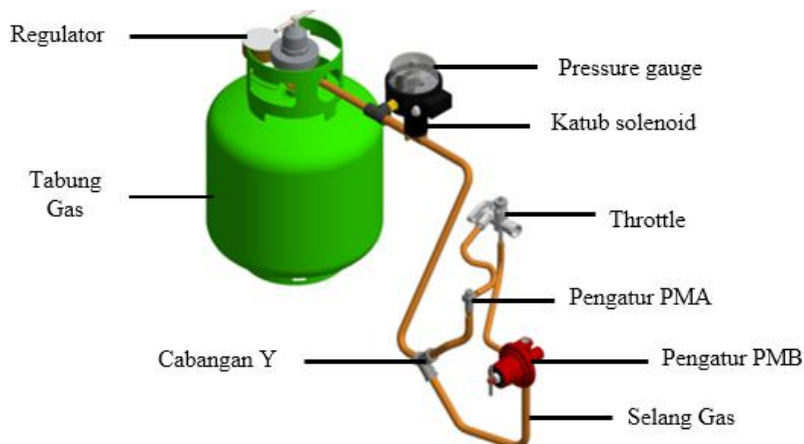
A. Analisis penggunaan *Converter Kits* pada FUMO (*Friendly Urban Motor*)

Pembuatan FUMO (*Friendly Urban Motor*) : Pengembangan Sepeda Motor 125cc berbahan Bakar Gas LPG berbasis Rekayasa *Konverter Kit* berhasil dibuat dan dioperasikan. Adapun hasil penelitian dari penggunaan *Converter Kits* pada FUMO adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan *Converter Kits* pada FUMO

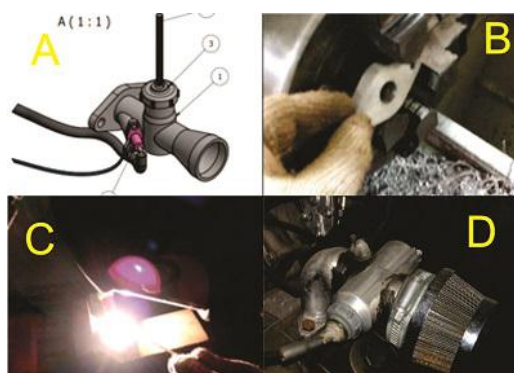
Converter Kits motor gas merupakan suatu alat yang terdiri beberapa komponen yang bekerja secara bersama-sama untuk mengubah *biogas* menjadi bahan bakar sepeda motor. Prinsip kerja *converter* motor gas dengan mengatur perbandingan gas dan udara pada ruang bakar dengan perbandingan tertentu

Pada proses pembuatan *Converter Kits* FUMO (*Friendly Urban Motor*) terdapat 2 komponen utama yaitu Throttle dan pengatur Putaran Mesin Bawah (PMB). *Assembly converter* FUMO dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Assembly Converter Kits*

Bahan yang digunakan untuk pembuatan converter motor gas adalah alumunium 4032. Adapun urutan pembuatan *Converter Kits* yang pertama adalah membuat desain 3D dan gambar kerja menggunakan Autodesk Inventor, lalu bahan mentah dijadikan benda kerja dengan menggunakan proses Pembubutan (*Turning*) dan juga sedikit proses Frais, lalu komponen-komponen yang sudah dibuat harus disambung dengan proses las TIG / *welding TIG*. Jika sudah jadi, maka *Converter Kits* siap dipasang sebagai alat konversi energi motor berbahan bakar biogas. Adapun penggunaan bahan bakar gas ini membuat peneliti harus mengangkat tangki BBM yang ada di motor dan menggantinya dengan tabung gas LPG sebagai wadah biogas. Penggunaan tabung gas LPG dikarenakan masih belum adanya tabung gas lain yang sesuai standar pemerintah. Oleh sebab itu, penulis menggunakan tabung gas LPG.



Gambar 6. Proses Desain, *Turning*, *Welding* dan Pemasangan *Converter Kits*

2. Sistem Pencampuran Bahan Bakar dan Udara

Dari pengujian yang telah dilakukan, desain dari *Converter kits* dapat bekerja dengan baik. Mesin dapat bekerja dalam kondisi idle, putaran mesin menengah maupun putaran tinggi.

Dalam kondisi mesin *idle* putaran mesin dapat berputar secara stasioner pada kecepatan putaran 600-1500 rpm dengan stabil. Hal tersebut menandakan *Converter kits* bekerja dengan baik mensuplai bahan bakar dan udara secara presisi sesuai dengan kebutuhan mesin.

Pada saat mesin berakselerasi, mesin dapat meningkatkan kecepatan dengan cukup baik. Selain itu tidak ada gejala mesin tersendat-sendat maupun mesin menjadi kasar. Dan saat mesin menerima beban berat tidak terjadi *engine stall* atau mesin gagal mempertahankan putaran. Hal tersebut menandakan bahwa *Converter kits* dapat menghasilkan AFR yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi kerja mesin. Semakin berat kerja mesin semakin besar pula rasio bahan bakar dibanding udara, begitu pula sebaliknya.

Selama pengujian kinerja sama sekali tidak ditemui kejadian *miss fire* pada kendaraan uji. Dan juga hasil uji emisi menandakan kadar hidokarbon yang cukup rendah dan di bawah batas yang diijinkan. Berarti *converter kits* dapat memberikan campuran udara dan bahan bakar yang dapat dibakar secara efisien oleh mesin. Dikarenakan menggunakan bahan bakar gas, motor FUMO tidak perlu dilakukan pemanasan seperti motor yang menggunakan BBM.



Gambar 7. Pemasangan *Converter Kits* FUMO

3. Sistem Keamanan

Saat dilakukan pengujian menggunakan api pada *Converter kits* terjadi letupan kecil menandakan adanya ledakan kecil atau kenaikan tekanan pada saluran utama yang menyebabkan regulator langsung memutus aliran karena tekanan lebih tinggi dari tekanan yang di atur. Tetapi setelah terjadi letupan kecil suplai gas langsung berhenti dan api langsung padam dan mesin langsung mati dan menyebabkan *solenoid valve* tertutup.

4. Perhitungan Luas Penampang Venturi *Converter Kits FUMO*

Mesin bakar yang efisien dan memiliki tenaga yang besar memerlukan alat pengatur campuran bahan bakar dan udara yang presisi dan sesuai kebutuhan mesin. Cara untuk mengatur bahan bakar dan udara yang dibutuhkan mesin adalah dengan cara mengatur luas penampang saluran. Debit, kecepatan dan tekanan dapat dikontrol melalui luas penampang dari suatu aliran fluida.

Diketahui :

Daya yang diinginkan (P)	: 6,882 kW pada 7500 rpm
Energi yang tersimpan pada LPG	: 47081 kJ/kg
Massa jenis LPG (ρ)	: 1,5 kg/m ³
Massa jenis udara (ρ)	: 1,204 kg/m ³
AFR	: 1:15,6

Ditanya :

Diameter saluran throttle body (d_{TB}) : ?

Dijawab :

Energi yang dibutuhkan selama 1 jam

$$W = P \times T$$

$$W = 6,882 \times 3600$$

$$W = 2.775,2 \text{ kJ}$$

Bahan bakar yang dibutuhkan selama 1 jam

$$m_{LPG} = \frac{\text{Energi yang dibutuhkan}}{\text{Daya yang tersimpan}}$$

$$m_{LPG} = \frac{2.775,2}{47081}$$

$$m_{LPG} = 0,526 \text{ kg}$$

$$V_{LPG} = \frac{m_{LPG}}{\rho_{LPG}}$$

$$V_{LPG} = \frac{0,526}{1,5}$$

$$V_{LPG} = 0,351 \text{ m}^3$$

Luas penampang needle jet maksimal

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi 2^2$$

$$A = 4,93 \text{ m}^2$$

Laju alir fluida

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0,351}{4,93}$$

$$v = 0,072 \times 10^6 \text{ m/jam}$$

Jumlah udara yang digunakan selama 1 jam

$$m_{Udara} = \frac{m_{LPG}}{AFR}$$

$$m_{Udara} = \frac{0,526}{1:15,6}$$

$$m_{Udara} = 8,209 \text{ kg}$$

$$V_{Udara} = \frac{m_{udara}}{\rho_{udara}}$$

$$V_{Udara} = \frac{8,209}{1,204}$$

$$V_{Udara} = 6,818 \text{ m}^3$$

Luas penampang saluran *throttle body*

$$A = \frac{Q_{udara}}{v}$$

$$A = \frac{6,818}{0,072 \times 10^6}$$

$$A = 95,811 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

Diameter penampang saluran *throttle body*

$$D = \sqrt{4 \times A / \pi}$$

$$D = \sqrt{4 \times 95,811 \times 10^{-6} / \pi}$$

$$D = 11,047 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$D = 11,047 \text{ mm}$$

Pada *Converter kits*, diameter saluran *throttle body* sebesar 15mm. Ukuran tersebut didapatkan dengan mempertimbangkan putaran mesin maksimal yang diatur dalam CDI (*Capacitor Discharge Ignition*) yaitu 9000 rpm, lebih besar dari putaran mesin saat daya maksimal yang diinginkan.



Gambar 5. FUMO

5. Analisis Pemuaian *Converter Kits* FUMO

Motor bakar merupakan mesin yang merubah energi dari bahan bakar menjadi gerakan. Selain merubah energi bahan bakar menjadi gerak, motor bakar juga menghasilkan kalor. Kalor yang diproduksi dari proses pembakar menghasilkan kenaikan suhu yang menyebabkan pemuaian pada bagian mesin. Temperatur yang dimiliki *throttle body* saat dingin 28°C dan saat panas 125°C.

Pemuaian yang terjadi pada bagian *Converter kits* :

a. Pemuaian panjang

$$\Delta l = \alpha \times l \times \Delta T$$

Keterangan :

Δl = Pertambahan panjang

α = Koefisien muai panjang

l_0 = Panjang awal

ΔT = Selisih suhu

1) *Throttle Body*

Diketahui :

Material= Aluminum seri 4032

$$\alpha = 19 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$$

$$l_0 = 95 \text{ mm}$$

$$\Delta T = 95 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Ditanya :

$$\Delta l = ?$$

Dijawab :

$$\Delta l = \alpha \times l \times \Delta$$

$$\Delta l = 19 \times 10^{-6} \times 95 \times 95$$

$$\Delta l = \mathbf{0,171 \text{ mm}}$$

2) *Adjuster*

Diketahui :

Material= Aluminum seri 4032

$$\alpha = 19 \times 10^{-6} /^{\circ}\text{C}$$

$$l_0 = 48 \text{ mm}$$

$$\Delta T = 95 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Ditanya :

$$\Delta l = ?$$

Dijawab :

$$\Delta l = \alpha \times l \times \Delta$$

$$\Delta l = 19 \times 10^{-6} \times 48 \times 95$$

$$\Delta l = \mathbf{0,086 \text{ mm}}$$

3) *Piston valve*

Diketahui :

Material= Aluminum seri 4032

$$\alpha = 25 \times 10^{-6} /^{\circ}\text{C}$$

$$l_0 = 25 \text{ mm}$$

$$\Delta T = 95 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Ditanya :

$$\Delta l = ?$$

Dijawab :

$$\Delta l = \alpha \times l \times \Delta$$

$$\Delta l = 25 \times 10^{-6} \times 25 \times 95$$

$$\Delta l = 0,059 \text{ mm}$$

b. Pemuaian Luas Penampang

1) Saluran *Throttle Body*

Diketahui :

Material = Aluminum seri 4032

α = $19 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

l_0 = 25 mm

ΔT = $95 ^\circ\text{C}$

Ditanya :

$$\Delta A = ?$$

Dijawab :

$$\Delta l = \alpha \times l \times \Delta$$

$$\Delta l = 19 \times 10^{-6} \times 25 \times 95$$

$$\Delta l = 0,027 \text{ mm}$$

$$\Delta A = ((l_0 + \Delta l)^2 - l_0^2) \times \frac{1}{4} \times \pi$$

$$\Delta A = (25 + 0,027)^2 - 25^2 \times \frac{1}{4} \times \pi$$

$$\Delta A = 0,6381 \text{ mm}^2$$

2) *Piston Valve*

Diketahui :

Material = Aluminum seri 4032

α = $25 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

l_0 = 25 mm

ΔT = $95 ^\circ\text{C}$

Ditanya :

$$\Delta A = ?$$

Dijawab :

$$\Delta l = \alpha \times l \times \Delta$$

$$\Delta l = 25 \times 10^{-6} \times 25 \times 95$$

$$\Delta l = 0,036 \text{ mm}$$

$$\Delta A = ((l_0 + \Delta l)^2 + l_0^2) \times \frac{1}{4} \times \pi$$

$$\Delta A = (25 + 0,59)^2 + 25^2) \times \frac{1}{4} \times \pi$$

$$\Delta A = 0,84 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan perhitungan pemuaian yang telah dilakukan. Didapatkan pertambahan diameter saluran *throttle body* dan *piston valve* sebesar 0,027 mm dan 0,036 mm. Dari perhitungan tersebut pemuaian piston valve lebih besar dari saluran *Throttle body*, tetapi selisih suaian antara lubang dan poros yaitu H7/k6 sebesar 0,024 mm. Jadi piston valve tidak akan terkunci atau masih bisa bergerak dengan baik pada suhu mesin maksimal.

B. Hasil Uji Kinerja FUMO (*Friendly Urban Motor*)

Uji kinerja adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kualitas kerja dari suatu inovasi. Uji kinerja pada FUMO (*Friendly Urban Motor*) dilakukan untuk mengetahui kualitas fungsi kerja *converter kits* pada FUMO, *top speed*, konsumsi bahan bakar, uji emisi, ketahanan komponen dan performa. Pengujian kinerja pada *converter* motor gas dilakukan dalam 3 tahapan uji yaitu 1) Uji jalan, 2) Uji *dynotest* dan 3) Uji emisi gas buang.

1. Uji Jalan

Uji jalan dilakukan dengan mengendarai sepeda motor FUMO yang telah dipasang *converter kits* dan *Gas LPG* melalui berbagai rute dengan kondisi jalan dan cuaca yang bervariasi. Kemudian berat gas sebelum dan sesudah ditimbang untuk mengetahui konsumsi bahan bakarnya. Pada proses pengujian terdapat lima kali uji coba yang telah dilakukan yaitu:

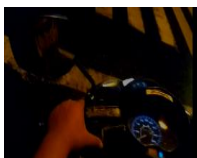
- 1) Rute Gowok – Jl. raya solo babarsari – ring road utara – maguwo umbul saren.
- 2) Rute Umbul saren – ring road utara – Jl. raya Solo – janti – JEC – Gowok.
- 3) Rute Gowok – Jl. raya solo – janti – JEC – pasar kota gede – Jl. ring road timur – janti – Gowok.
- 4) Rute Gowok – jalan solo – janti – Jl. raya berbah – Jl. raya piyungan – Jl. Patuk – wisata watu amben.
- 5) Rute watu amben – Jl. raya sawahan – Jl. raya wonosari – Jl. rong road timur – janti – gowok.

Untuk mengetahui lebih lanjut proses pengujian dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji jalan FUMO (*Friendly Urban Motor*)

o	Rute	Variabel Uji	Hasil	okumentasi
	te Gowok – Jl. raya solo babarsar i – ring road utara – maguwo umbul saren	a. Waktu siang pukul 14.00 b. Cuaca mendung c. Jarak tempuh 12 Km d. Berat awal tabung 7.724 Kg	a. Berat tabung sesudah 7.478 Kg b. <i>Top speed</i> 70 Km/jam c. Kecepatan rata-rata 36 Km/jam	  
	te Umbul saren – ring road utara – Jl. raya Solo – janti – JEC – Gowok	a. Waktu sore pukul 16.00 b. Cuaca mendung c. Jarak tempuh 17 Km d. Berat awal tabung 7.478 Kg	a. Berat tabung sesudah 7.116 Kg b. <i>Top speed</i> 70 Km/jam c. Kecepatan rata-rata 38 Km/jam	  
	te Gowok – Jl. raya solo – janti –	a. Waktu malam pukul 18.30 b. Cuaca cerah c. Jarak tempuh 14.44 Km	a. Berat tabung sesudah 6.938 Kg b. <i>Top speed</i>	

	JEC – pasar kota gede – Jl. ring road timur – janti – Gowok	d. Berat awal tabung 7.116 Kg	85 Km/jam c. Kecepatan rata-rata 39 Km/jam	 
	te Gowok – jalan solo – janti – Jl. raya berbah – Jl. raya piyunga n – Jl. Patuk – wisata watu amben	a. Waktu malam 19.30 b. Cuaca mendung c. Jarak tempuh 20.58 Km d. Berat awal tabung 6.938 Kg	a. Berat tabung sesudah 6.668 Kg b. <i>Top speed</i> 75 Km/jam c. Kecepatan rata-rata 37 Km/jam	  
	te watu amben – Jl. raya sawahan – Jl. raya	a. Waktu malam 00.00 b. Cuaca gerimis c. Jarak tempuh 17.9 Km	a. Berat tabung sesudah 6.440 Kg b. <i>Top speed</i> 85 Km/jam	

	wonosari – Jl. Rong road timur – janti – gowok	d. Berat awal tabung 6.668 Kg	c. Kecepatan rata-rata 46 km/jam	 
--	--	-------------------------------	----------------------------------	---

Dari uji jalan yang telah dilakukan diperoleh data tentang besarnya konsumsi bahan bakar pada FUMO. Data besarnya konsumsi bahan bakar pada motor *gas LPG* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsumsi bahan bakar *Gas LPG FUMO*

Urut	Berat tabung awal (Kg)	Berat tabung sesudah (Kg)	Jarak Tempuh (Km)	Hasil (Km/Kg)
1	7.724	7.478	12	48.78
2	7.478	7.116	17	47.61
3	7.116	6.938	14.44	83.33
4	6.938	6.668	20.58	76.92
5	6.668	6.440	17.9	78.74
Rata-rata konsumsi Gas LPG				67.076

Dari tabel diatas konsumsi bahan bakar pada FUMO (*Friendly Urban Motor*) memiliki perbedaan pada setiap pengujian. Perbedaan yang paling besar terdapat pada uji 1,2 dengan uji 3,4,5. Perbedaan ini dapat disebabkan karena perbedaan waktu pengujian yaitu uji 1,2 pada siang hari dan 3,4,5 pada malam hari. Selain faktor tersebut kondisi jalan yang ramai pada siang hari dan sepi pada malam hari dapat mempengaruhi hasil uji tersebut. Hasil akhirnya uji jalan pada FUMO (*Friendly Urban Motor*), rata - rata konsumsi bahan bakar pada FUMO adalah 67 Km/kg dengan kecepatan rata-rata 45 km/jam.

Selain data besarnya konsumsi bahan bakar, dari uji jalan yang telah dilakukan diperoleh besarnya kecepatan maksimal/*top speed* yaitu 85 Km/jam.

Kecepatan maksimal ini didapatkan pada pengujian 3 dan 5.



Gambar 7. FUMO saat uji jalan

2. Hasil uji *Dynotest*

Uji *dynotest* merupakan suatu metode pengujian performa dari suatu mesin yang bertujuan untuk mengetahui tenaga/*horsepower* (hp) dan *torque* (torsi) kendaraan. Pengujian *dynotest* FUMO (*Friendly Urban Motor*) dilakukan pada tanggal 21 Mei 2018 dibengkel Teknik Mesin dan Otomotif FT UNY. Pengujian *dynotest* ini terdiri dari 5 tahapan persiapan yaitu:

- Menyiapkan dan mengecek kondisi kendaraan.
- Naikkan kendaraan pada alat uji *dynotest* dan posisikan roda belakang kendaraan pada *roller* alat *dynotest*.
- Ikat kendaraan dengan *webbing* untuk keamanan.
- Berikan beban pada kendaraan dengan cara menaikkannya agar roda belakang menekan dengan sempurna pada *roller* alat *dynotest*.
- Motor siap diuji

Gambar 8. Uji *Dynotest*

Setelah selesai melakukan persiapan, proses *dynotest* dilakukan dalam 3 kali *test running* dengan penyetelan yang berbeda. Tabel 3 menunjukkan hasil dari uji *dynotest* pada motor gas FUMO.

Tabel 3. Hasil uji *dynotest* FUMO

Variabel Uji	Hasil
a. Sepeda motor honda kharisma b. <i>Type</i> mesin 4 langkah 125 cc c. Temperatur 29.4°C d. <i>Humidity</i> 77 % e. <i>Pressure</i> 1 bar	a. <i>Max. power</i> 2.8 (3.0) HP/3477 rpm b. <i>Max. torque</i> 8.06 (8.43) N.m/2993 rpm c. Kecepatan 54.4 Km/jam
a. Sepeda motor honda kharisma b. <i>Type</i> mesin 4 langkah 125 cc c. Temperatur 29.4°C d. <i>Humidity</i> 77 % e. <i>Pressure</i> 1 bar	a. <i>Max. power</i> 2.7 (2.7) HP/2728 rpm b. <i>Max. torque</i> 6.97 (7.19) N.m/2693 c. Kecepatan 42.9 Km/jam
a. Sepeda motor honda kharisma b. <i>Type</i> mesin 4 langkah 125 cc c. Temperatur 31.1°C d. <i>Humidity</i> 67 % e. <i>Pressure</i> 1 bar	a. <i>Max. power</i> 5.6 HP/6003 rpm b. <i>Max. torque</i> 6.48 N.m/5300 rpm c. Kecepatan 61.2 Km/jam

Berdasarkan uji *dynotest* yang sudah dilakukan diperoleh hasil daya maksimal 5,6 HP pada 6003 rpm dan torsi maksimal 8.06 N.m pada 2993 rpm. Pada sepeda motor Honda kharisma standar, daya maksimal dan torsi maksimal yang dimiliki adalah 9,3 HP pada 7500 rpm dan 10.1 N.m pada 4000 rpm.

3. Hasil uji Emisi

Uji emisi merupakan suatu metode pengujian emisi gas buang dari kendaraan bermotor. Pengujian ini bertujuan mengukur gas buang kendaraan bermotor untuk mendeteksi kinerja mesin kendaraan. Pengujian emisi dilakukan pada tanggal 23 Maret 2018 dan 24 Mei 2018 di bengkel Jurusan Pendidikan Teknik Mesin dan Otomotif UNY. Pengujian emisi ini terdapat 5 tahapan persiapan yaitu:

- a. Pengecekan kebocoran pada knalpot
- b. Pastikan kendaraan telah berada pada temperatur kerja
- c. Pastikan choke dalam keadaan tidak bekerja
- d. Pemasangan sensor pengujian
- e. Ambil data pengukuran



Gambar 9. Uji Emisi

Setelah proses persiapan selesai, proses uji emisi dilakukan dalam dua kali percobaan, yakni saat motor masih menggunakan bensin dan saat motor sudah menggunakan *Gas LPG*, agar kita dapat membandingkan emisinya. Pengujian dilakukan dalam keadaan *idle* dengan putaran mesin 800-1200 rpm. Pada gambar 17 tertera hasil uji emisi motor FUMO sebelum menggunakan *Gas LPG*/masih menggunakan bensin (gambar kiri) dan FUMO setelah menggunakan *Gas LPG* (gambar kanan).

Parameter	Bensin (23/03/2018)	Gas LPG (24/05/2018)
CO	1.320 [% vol]	0.228 [% vol]
CO ₂	9.77 [% vol]	1.10 [% vol]
HC	154 [ppm vol]	10 [ppm vol]
O ₂	3.95 [% vol]	4.40 [% vol]
NO	---- [ppm vol]	---- [ppm vol]
CO cor	1.785 [% vol]	0.331 [% vol]
λ	1.181 [-]	0.275 [-]
TEMP.	--- [°C]	--- [°C]
ENVIRONMENT CONDITIONS		
Temperature	37 [°C]	37 [°C]
Pressure	986 [hPa]	986 [hPa]
Rel. Humidity	46 [%RH]	46 [%RH]
DATE:	23/03/2018	24/05/2018
TIME:	11:44	14:47

Gambar 10. Data Uji Emisi FUMO

Tabel 4. Hasil Uji Emisi FUMO

Hasil Uji Emisi <i>FUMO</i> 125cc		
Emisi	Saat masih menggunakan Bensin	Saat sudah menggunakan <i>Gas LPG</i>
CO	1,320 % vol	0,228 % vol
CO ₂	9,77 % vol	1,10 % vol
HC	154 ppm vol	10 ppm vol

Pada hasil uji emisi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa motor FUMO yang menggunakan *Gas LPG* sangat ramah lingkungan dibandingkan sepeda motor yang menggunakan bahan bakar BBM (Bensin).

KESIMPULAN

FUMO (*Friendly Urban Motor*) merupakan suatu motor yang memanfaatkan energi dari gas LPG sebagai bahan bakarnya tujuan diciptakannya alat ini adalah untuk mengembangkan energi baru pada sektor transportasi masal serta mengembangkan FUMO menjadi transportasi yang hemat energi, ramah lingkungan dan mudah digunakan bagi masyarakat. Cara kerja pada FUMO ini yaitu dengan sistem *throttle* untuk pengatur tekanan keluar gas yang masuk ke ruang bakar. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan didapatkan kecepatan maksimal dalam dua kali percobaan adalah $\pm 85 \text{ Km/h}$ dengan konsumsi energi sebesar 67 Km/Kg dan juga memiliki kadar emisi

yang lebih rendah dibandingkan dengan sepeda motor yang menggunakan BBM dari fosil, dari hasil percobaan tersebut menandakan bahwa FUMO memiliki karakteristik lebih hemat energi, ramah lingkungan dibandingkan dengan BBM dari fosil.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. 2016. *Pertumbuhan Jumlah Kendaraan Bermotor*. Website: <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133> , diakses pada tanggal 30 Mei 2018, pukul 22.23 WIB.
- BPH Migas. 2018. *Angka Oktan BBM*. Website: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2018/02/20/perbandingan-harga-bbm-menurut-nilai-oktan> diakses pada tanggal 31 Mei 2018, pukul 06.41 WIB.
- Boyke P. Siregar. 2016. Keunggulan bahan bakar gas. Website: <http://www.wartaekonomi.co.id/read94480/inilah-tiga-keunggulan-bbgdibanding-bbm.html> diakses pada tanggal 22 Agustus 2017, pukul 19.19 WIB.
- I Made Nuarsa. 2018. *Angka Oktan Gas LPG*. https://www.researchgate.net/publication/322392627_Pengaruh_Posisi_Penyemprotan_Bahan_Bakar_Gas_Lpg_Pada_Intake_Manifold_Terhadap_Konsumsi_Bahan_Bakar_Pada_Mesin_Bensin_Empat_Langkah_Satu_Silinder_Honda_Supra_X diakses pada tanggal 1 Juni 2018, pukul 00.04 WIB.
- JICA. 2012. *Kadar CO dari Kendaraan Bermotor*. Website: <https://www.jica.go.jp/english/>, diakses pada tanggal 2 Juni 2018, pukul 22.22 WIB.
- Kementerian ESDM. 2016. *Handbook of Energy and Economic Statistik of Indonesia*. Pusdatin ESDM: Jakarta.
- Kementerian ESDM. 2013. *Kajian Supply Demand Energy*. Pusdatin ESDM: Jakarta.
- Konverter Kit Indonesia. 2015. *Konverter Kits*. Website: http://www.konverterkit-indonesia.com/p/konverter-kit_20.html, diakses pada tanggal 2 Juni 2018, pukul 19.29 WIB.