

## Perbandingan Performa Motor Bakar dengan Menggunakan Gas LPG

Junaidi<sup>1</sup>, Din Aswan Amran Ritonga<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan

<sup>1</sup> junaidi413@yahoo.com, <sup>2</sup> din.aswan@gmail.com

### Abstrak

Abstrak Perkembangan Teknologi dengan jumlah dan pertumbuhan kendaraan bermotor serta konsumsi bahan bakar minyak di Indonesia telah menimbulkan masalah terhadap lingkungan dan penyediaan bahan bakar. Permasalahan ini makin rumit karena subsidi untuk pengadaannya sudah sangat memberatkan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara. Oleh karena itu harus terus dilakukan upaya komprehensif untuk mencari solusi terbaiknya. Dalam makalah ini dibahas hasil penelitian yang bertujuan untuk mengurangi emisi dan menurunkan konsumsi bahan bakar sepeda motor, dengan mengkonversi penggunaan bahan bakar bensin dengan LPG yang biasa digunakan untuk memasak. Pengujian dilakukan di laboratorium menggunakan dinamometer chassis untuk membandingkan torsi, daya, tingkat konsumsi bahan bakar serta biaya operasi, pada sebuah mesin sepeda motor berkarburator menggunakan bahan bakar bensin dan LPG, baik tanpa perubahan kondisi pengapian maupun dengan mengubah kondisi pengapian. Dari penelitian ini didapatkan bahwa bahan bakar LPG memiliki unjuk kerja yang baik dan dapat digunakan secara langsung tanpa mengubah kondisi pengapian. Akan tetapi kinerjanya akan lebih baik jika kondisi pengapian disesuaikan. Tingkat konsumsi terbaik LPG adalah 86 km/kg atau senilai Rp.58/km sedangkan bensin 66 km/l atau Rp.98/km.

**Kata Kunci:** LPG, bensin, kinerja, emisi, konversi

### Abstract

Abstract Technological developments with the number and growth of motorized vehicles and the consumption of fuel oil in Indonesia have caused problems for the environment and fuel supply. This problem is even more complicated because the subsidy for its procurement is already very burdensome to the State Revenue and Expenditure Budget. Therefore, comprehensive efforts must continue to be made to find the best solution. This paper discusses the results of research aimed at reducing emissions and reducing motorcycle fuel consumption, by converting the use of gasoline to LPG which is commonly used for cooking. Tests were carried out in the laboratory using a chassis dynamometer to compare torque, power, fuel consumption levels and operating costs, on a carburetor motorcycle engine using gasoline and LPG, either without changing the ignition conditions or by changing the ignition conditions. From this study it was found that LPG fuel has good performance and can be used directly without changing the ignition conditions. However, the performance will be better if the ignition conditions are adjusted. The best level of LPG consumption is 86 km/kg or Rp.58/km, while gasoline is 66 km/l or Rp.98/km.

**Keyword:** LPG, gasoline, performance, emissions, conversion

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sekarang begitu cepat seiring dengan waktu untuk membantu mempermudah kegiatan Manusia. Berbagai penelitian telah dilakukan oleh berbagai institusi dari seluruh penjuru Dunia untuk menemukan teknologi baru. Penemuan baru tersebut sebagai modal awal untuk menciptakan teknologi yang lebih mutakhir dan efisien dari teknologi sebelumnya. Berbagai upaya pun dilakukan untuk menciptakan teknologi baru, misalnya dengan membangun laboratorium yang mendukung penelitian, lomba science, maupun pemberian beasiswa – beasiswa bagi Mahasiswa berprestasi. Dunia permesinan memiliki peran yang sangat penting dalam

perkembangan teknologi yang ada saat ini, di satu sisi sebagai produsen teknologi baru yang ada dan di sisi lain sebagai konsumen yang membutuhkan teknologi dalam proses produksi. Penelitian terus dilakukan untuk menghasilkan teknologi baru dengan tujuan meningkatkan kesejahteraan manusia serta mempermudah manusia dalam melakukan sesuatu. Penggunaan bahan bakar minyak (BBM) untuk transportasi menimbulkan masalah pencemaran udara terutama di kota-kota besar yang tingkat kepadatan kendaraannya cukup tinggi. Sub sektor transportasi menjadi penyumbang besar zat-zat pencemar akibat pembakaran bahan bakar minyak seperti NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub> yang menjadi bahan yang menyebabkan pemanasan global. Efek pemanasan global telah dirasakan di banyak bagian dunia berupa naiknya temperatur global yang

menyebabkan berubahnya pola iklim dan cuaca dunia. Selain itu, pembakaran bahan bakar minyak oleh kendaraan bermotor juga menghasilkan zat pencemar lain yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia seperti senyawa timbal, merkuri, partikel asap, maupun uap bahan bakar minyak. Dikhawatirkan, jika tingkat emisi seperti sekarang ini terus berlangsung keadaan akan semakin parah.

Selain pencemaran lingkungan, penggunaan BBM pada kendaraan bermotor di Indonesia juga dihadapkan pada masalah makin tingginya volume impor serta tingginya beban biaya subsidi bahan bakar ini, yang kian memberatkan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara. Pada tahun 2011, peranan bahan bakar minyak dalam konsumsi energi final di Indonesia mencapai 47,6% dari seluruh konsumsi energi, dimana sektor transportasi menyerap 37,68% dari seluruh konsumsi energi final. Sektor transportasi mengkonsumsi bahan bakar minyak sebesar 45,77 juta kilo liter atau 72,7% dari seluruh konsumsi BBM di Indonesia. Adapun sektor transportasi darat menyerap 91% dari seluruh konsumsi BBM sektor transportasi, atau 66,2 % dari seluruh konsumsi BBM di Indonesia. Dengan nilai realisasi subsidi BBM pada tahun 2011 sebesar 41,8 juta kilo liter atau sebesar 142,92 triliun rupiah [1] maka sektor transportasi jalan menjadi salah satu pemakai anggaran negara terbesar. Bahkan pada umumnya peningkatan efisiensi ini juga sebanding dengan peningkatan kualitas emisi gas buang. Oleh karena itu, salah satu cara untuk memecahkan dampak penggunaan bahan bakar minyak pada kendaraan bermotor adalah dengan meningkatkan efisiensi kendaraan. Cara ini dapat ditempuh dengan meningkatkan efisiensi kendaraan yang diproduksi oleh pabrik kendaraan, dan juga dengan mengendarai kendaraan secara efisien, seperti yang diterapkan pada metoda Smart Driving [2]. Selain mesin pembakaran dalam ada juga mesin pembakaran luar yang disebut sebagai External Combustion Engine (ECE) dimana pembakaran bahan bakar terjadi diluar, dimana untuk proses pembakaran diperlukan mesin tersendiri, dan panas dari hasil pembakaran tidak langsung diubah menjadi tenaga gerak, tetapi terlebih dulu melalui media penghantar setelah itu baru diubah menjadi energi mekanik [3].

**2. METODE PENELITIAN**

**Tabel 1.** kegiatan penelitian Tabel

Kegiatan	Lokasi
Pendataan	Universitas Harapan Medan
Pengujian kenderaan	Universitas Harapan Medan

**Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan pada penelitian yang akan dilaksanakan ini dapat dipaparkan sebagai berikut:

- a. Tool Box
- b. Konverter Kit

c. Bahan bakar minyak pertalite dan bahan bakar gas LPG

d. Mesin motor yang digunakan untuk penelitian adalah sepeda motor dengan merk Honda Supra FIT 100cc.

Engine Map Standar Hasil pengukuran terhadap engine map standar diperlihatkan pada Gambar 2. Dari gambar tersebut terlihat bahwa perubahan saat pengapian terjadi cukup cepat antara putaran mesin stasioner dan 4000 rpm, setelah itu perubahannya relatif kecil. Pada sepeda motor ini saat penyalaan stasioner berada sekitar 11 derajat sebelum Titik Mati Atas (TMA), sedangkan pada putaran tinggi sudut pengapiannya 27 derajat sebelum TMA. Engine map seperti ini biasanya diterapkan untuk sebuah mesin yang bekerja secara moderat, dimana daya dan torsi yang dihasilkan tidak terlalu besar karena mempertimbangkan tingkat konsumsi bahan bakar yang rendah. Bentuk diagram engine map yang dihasilkan dari pengukuran ini juga dikonfirmasi oleh beberapa bengkel sepeda motor yang ada di Medan.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran Engine Map Selinder

No	Sudut Pengapian Sebelum TMA (°)	Kecepatan (RPM)
1	0	0
2	5	1000
3	10	2000
4	15	3000
5	20	4000
6	25	5000
7	30	6000

**Torsi dan Daya pada Engine Map Standar**

Perbandingan torsi yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor yang menggunakan berbagai bahan bakar dengan engine map standar ditunjukkan pada Gambar 3. Selanjutnya pada Gambar 4 diperlihatkan pada perbandingan daya. Dari kedua gambar tersebut terlihat bahwa torsi dan daya yang dihasilkan mesin sepeda motor tidak terlalu dipengaruhi oleh jenis bahan bakar yang digunakan. Namun demikian masih dapat diamati bahwa secara umum torsi yang dihasilkan oleh bahan bakar LPG lebih rendah daripada bahan bakar lainnya. Hal ini dapat dipahami karena nilai kalor bahan bakar bensin persatuan massa adalah lebih besar dibandingkan dengan nilai kalor bahan bakar LPG. Selain itu, karena engine map yang digunakan adalah engine map standar, maka kelebihan dari sifat LPG yang memiliki angka oktan yang tinggi belum dirasakan efeknya. Penjelasan

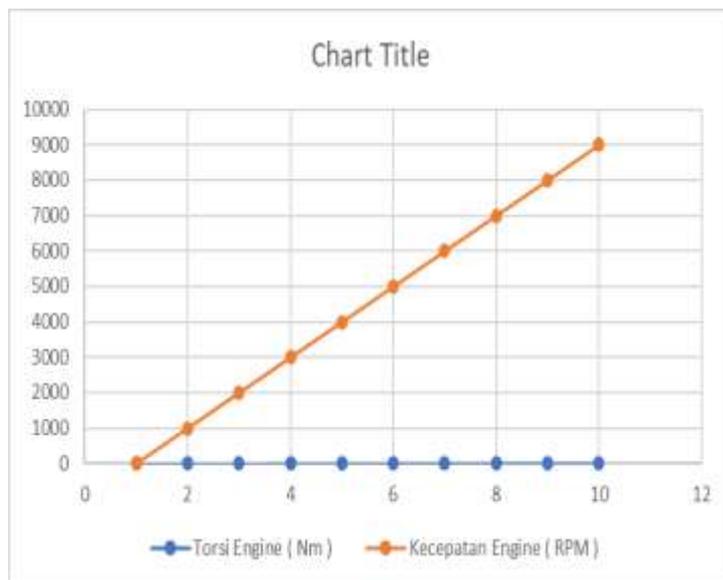
yang sama juga dapat diberlakukan pada pengaruh jenis bahan bakar terhadap daya yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor. Perlu dijelaskan disini bahwa sebenarnya rasio udara bahan bakar (AFR) juga sangat mempengaruhi daya dan torsi yang dihasilkan mesin. Di dalam penelitian ini nilai AFR diatur sedemikian sehingga proses pembakaran selalu berada dalam keadaan miskin dimana terdapat udara berlebih untuk menjamin terbakarnya bahan bakar. Pengaturan AFR yang tinggi ini dapat dengan mudah diatur, baik ketika menggunakan karburator atau ketika menggunakan converter kit. Selama pengujian ini, pemantauan terhadap nilai AFR ini dilakukan dengan menggunakan gas analyzer.

**Konsumsi Bahan Bakar pada Engine Map Standar**

Pada penelitian ini dilakukan 2 cara pengukuran konsumsi bahan bakar. Cara pertama dilakukan untuk mengetahui pengaruh jenis bahan bakar terhadap konsumsi bahan bakar pada berbagai kecepatan putar mesin. Hasil pengukuran dengan cara ini diperlihatkan pada Gambar 5. Dari gambar ini terlihat bahwa konsumsi bahan bakar LPG secara konsisten selalu lebih rendah daripada bahan bakar lainnya.

**Tabel 3.** Hasil Perbandingan Torsi yang dihasilkan Pada Engine Map Standar

No	Torsi Engine ( Nm )	Kecepatan Engine ( RPM )
1	4.00	0
2	4.50	1000
3	5.00	2000
4	5.50	3000
5	6.00	4000
6	6.50	5000
7	7.00	6000
8	7.50	7000
9	8.00	8000
10	8.50	9000



**Gambar 1.** Hasil Perbandingan Torsi yang dihasilkan Pada Engine Map Standar

**Tabel 4.** Hasil Perbandingan Daya yang dihasilkan Pada Engine Map Standar.

No	Daya Engine ( HP )	Kecepatan Engine ( RPM )
1	0.00	0
2	1.00	1000
3	2.00	2000
4	3.00	3000
5	4.00	4000
6	5.00	5000
7	6.00	6000
8	7.00	7000
9	8.00	8000
10	9.00	10000



**Gambar 2.** Hasil Perbandingan Daya yang dihasilkan Pada Engine Map Standar

**Gambar 3.** Hasil Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Pada Engine Map Standar

**Tabel 5.** Hasil Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Pada Engine Map Standar.

No	Konsumsi Bahan Bakar ( Kg/jam )	Kecepatan Engiune ( RPM )
1	0.05	0
2	0.100	1000
3	0.150	2000
4	0.200	3000
5	0.250	4000
6	0.300	5000
7	0.350	6000

Perbedaannya juga cukup signifikan yaitu sekitar 14 % jika dibandingkan antara bahan bakar LPG dan bensin. Lebih rendahnya tingkat konsumsi bahan bakar LPG dibandingkan dengan bahan bakar bensin diduga karena sifat campuran gas-udara adalah lebih mudah terbakar dan merambat di dalam ruang bakar. Di samping itu juga disebabkan karena proses reaksi kimia pembakaran gas LPG memiliki nilai kecepatan reaksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan bensin. Pengukuran cara kedua yang dilakukan terhadap konsumsi bahan bakar adalah menggunakan driving cycle standar UN-ECE. Pada prinsipnya standar ini dibuat untuk merepresentasikan kondisi pengoperasian kendaraan di jalan raya oleh seorang pengemudi normal. Dengan menggunakan standar ini maka pengukuran konsumsi bahan bakar (dalam satuan km/liter) dapat dilakukan di laboratorium dengan menggunakan chasis dinamometer. Hasil pengukuran konsumsi bahan bakar menggunakan driving cycle ini ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah. Dari tabel tersebut jelas terlihat bahwa tingkat konsumsi bahan bakar gas (dalam satuan km/kg) selalu lebih rendah daripada bahan bakar lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa efisiensi volumetrik proses pembakaran bahan bakar LPG adalah lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar lainnya. Tingginya efisiensi volumetrik bahan bakar LPG disebabkan karena lebih tingginya nilai oktan bahan bakar LPG dibandingkan bahan bakar lainnya.

**Tabel 6.** Perbandingan konsumsi bahan bakar pada engine map standar

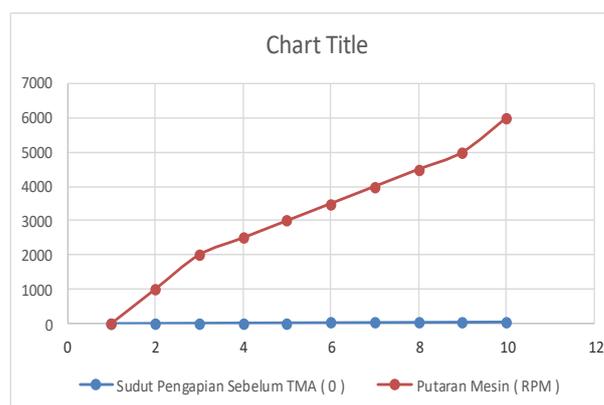
No	Jenis Bahan Bakar	Satuan ( Liter, Kg )	Harga ( Rp )	Jarak Tempuh(Km)	Biaya (Rp/Km)
1	Premium	Liter	6500	66,38	97,92
2	Pertamax	Liter	11050	71,12	155,37
3	Pertamax Plus	Liter	12650	76,59	165,17
4	LPG	Kg	5000	86,12	58,56

**Engine Map Modifikasi**

Pembuatan engine map modifikasi dimaksudkan untuk menyesuaikan antara saat penyalaan bahan bakar terhadap sifat dari bahan bakar, terutama angka oktannya. Dengan menyesuaikan saat penyalaan tersebut diharapkan kinerja yang lebih baik untuk masing-masing bahan bakar. Dalam penelitian ini teknik penentuan saat penyalaan dilakukan secara trial and error dengan mengacu kepada engine map standar. Kriteria utama yang digunakan untuk menentukan engine map modifikasi ini adalah tingkat konsumsi bahan bakar yang minimum. Adapun pengubahan saat penyalaan ini dilakukan dengan menggunakan CDI Programmable yang dapat dibeli di pasaran. Berdasarkan analisis data yang cukup banyak dan memakan waktu yang lama maka dihasilkan engine map modifikasi yang memberikan tingkat konsumsi bahan bakar yang lebih rendah. Kurva engine map modifikasi untuk bahan bakar LPG diperlihatkan pada Gambar . Dari gambar tersebut terlihat bahwa engine map modifikasi ini kisarannya lebih luas daripada engine map standar. Hal ini cukup menarik untuk diteliti lebih lanjut, mengingat bahwa angka oktan bahan bakar LPG lebih tinggi daripada angka oktan bahan bakar bensin. Secara teknik seharusnya saat penyalaan LPG bisa dibuat lebih dekat dengan dengan TMA. Kondisi ini bisa dimengerti karena pada penentuan engine map modifikasi tersebut kriterianya adalah konsumsi bahan bakar terendah, bukan torsi atau daya tertinggi.

**Tabel 7.** Hasil Engine map modifikasi bahan bakar LPG

No	Sudut Pengapian Sebelum TMA ( ° )	Putaran Mesin ( RPM )
1	0	0
2	5	1000
3	10	2000
4	15	2500
5	20	3000
6	25	3500
7	30	4000
8	35	4500
9	40	5000
10	45	6000



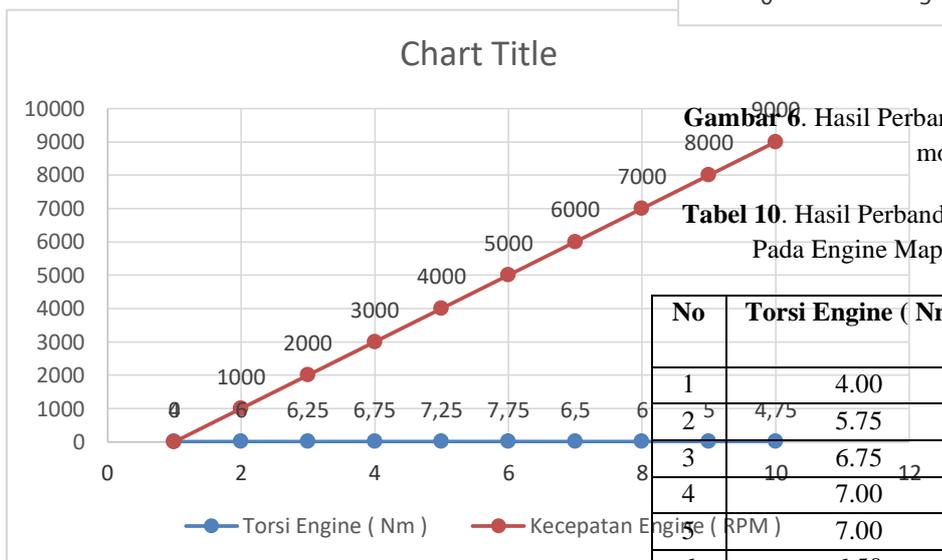
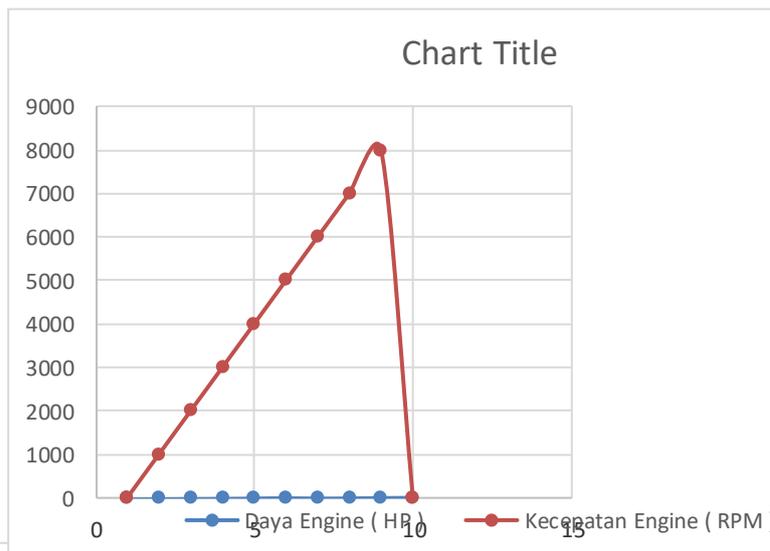
**Gambar 4.** Hasil Engine map modifikasi bahan bakar LPG

**Torsi dan Daya pada Engine Map Modifikasi.**

Pada Gambar 7 dan 8 secara berturut-turut diperlihatkan perbandingan torsi dan daya terhadap jenis bahan bakar yang digunakan pada engine map modifikasi. Dari kedua gambar tersebut dapat dilihat bahwa torsi dan daya yang dihasilkan oleh bahan bakar LPG secara umum adalah lebih rendah daripada bahan bakar bensin. Hal ini disebabkan karena nilai kalor pembakaran LPG adalah lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar bensin . Meski demikian, jika dibandingkan dengan kondisi engine map standar, torsi dan daya yang dihasilkan oleh bahan bakar LPG tidak mengalami peningkatan yang berarti, seperti ditunjukkan pada Gambar 9. Hal ini, sekali lagi, dapat dijelaskan karena pada kondisi engine map modifikasi ini kriteria pembuatan engine map didasarkan pada tingkat konsumsi bahan bakar minimum.

**Tabel 8.** Hasil Perbandingan torsi pada engine map modifikasi.

No	Torsi Engine (Nm)	Kecepatan Engine (RPM)
1	4.00	0
2	6.00	1000
3	6.25	2000
4	6.75	3000
5	7.25	4000
6	7.75	5000
7	6.50	6000
8	6.00	7000
9	5.00	8000
10	4.75	9000



**Gambar 6.** Hasil Perbandingan daya pada engine map modifikasi.

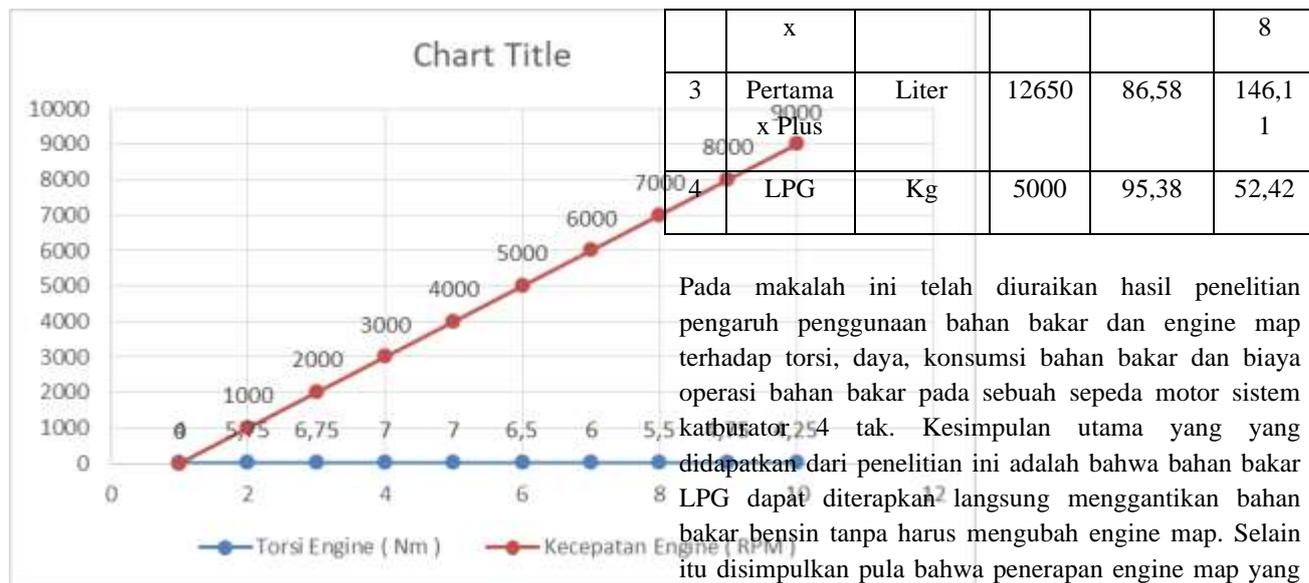
**Tabel 10.** Hasil Perbandingan Torsi Bahan Bakar LPG Pada Engine Map Standar dan Modifikasi

No	Torsi Engine ( Nm )	Kecepatan Engine ( RPM )
1	4.00	0
2	4.75	1000
3	6.75	2000
4	7.00	3000
5	7.00	4000
6	6.50	5000
7	6.00	6000
8	5.50	7000
9	4.75	8000
10	4.25	9000

**Gambar 5.** Hasil Perbandingan torsi pada engine map modifikasi.

**Tabel 9.** Hasil Perbandingan daya pada engine map modifikasi

NO	Daya Engine (HP)	Kecepatan Engine (RPM)
1	0	0
2	1.00	1000
3	2.00	2000
4	3.00	3000
5	5.00	4000
6	7.00	5000
7	5.00	6000
8	6.00	7000
9	8.00	8000
10	9.00	9.000



**Gambar 7.** Hasil Perbandingan Torsi Bahan Bakar LPG Pada Engine Map Standar dan Modifikasi

**4.6 Konsumsi Bahan Bakar pada Engine Map Modifikasi**

Seperti telah diduga sebelumnya, ternyata penerapan engine map modifikasi dapat menurunkan tingkat konsumsi bahan bakar secara signifikan. Hal ini dapat diamati, baik untuk berbagai bahan bakar bensin maupun bahan bakar LPG. Hasil pengukuran konsumsi bahan bakar menggunakan driving cycle UNECE ditunjukkan pada Tabel 2. Pada tabel tersebut juga dapat dilihat perbedaan tingkat konsumsi bahan bakar antara engine map standar dan engine map modifikasi. Penurunan tingkat konsumsi bahan bakar yang tidak disertai dengan penurunan torsi dan daya menunjukkan bahwa engine map modifikasi yang dihasilkan dari penelitian ini lebih baik dibandingkan dengan engine map standar pabrik pembuat sepeda motor. Hasil ini sekaligus memberi indikasi bahwa penggunaan bahan bakar LPG secara teknis berpotensi untuk mensubstitusi bahan bakar bensin pada sepeda motor sistem karburator.

**Tabel 11.** Perbandingan konsumsi bahan bakar metoda menggunakan engine map modifikasi

No	Jenis Bahan Bakar	Satuan (Liter, Kg)	Harga (Rp)	Jarak Tempuh (Km/)	Biaya (Rp/Km)
1	Premium	Liter	6500	76,59	84,87
2	Pertama	Liter	11050	82,97	133,1

Pada makalah ini telah diuraikan hasil penelitian pengaruh penggunaan bahan bakar dan engine map terhadap torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan biaya operasi bahan bakar pada sebuah sepeda motor sistem katburator 4 tak. Kesimpulan utama yang yang didapatkan dari penelitian ini adalah bahwa bahan bakar LPG dapat diterapkan langsung menggantikan bahan bakar bensin tanpa harus mengubah engine map. Selain itu disimpulkan pula bahwa penerapan engine map yang dimodifikasi dapat menurunkan tingkat konsumsi bahan bakar tanpa mengalami penurunan torsi dan daya mesin. Kesimpulan penting lainnya adalah bahwa secara umum penggunaan bahan bakar LPG bersubsidi sangat berpotensi untuk mengatasi masalah emisi gas buang dan ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bagi kendaraan bermotor.

**KESIMPULAN**

Pada makalah ini telah diuraikan hasil penelitian pengaruh penggunaan bahan bakar dan engine map terhadap torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan biaya operasi bahan bakar pada sebuah sepeda motor sistem katburator 4 tak. Kesimpulan utama yang yang didapatkan dari penelitian ini adalah bahwa bahan bakar LPG dapat diterapkan langsung menggantikan bahan bakar bensin tanpa harus mengubah engine map. Selain itu disimpulkan pula bahwa penerapan engine map yang dimodifikasi dapat menurunkan tingkat konsumsi bahan bakar tanpa mengalami penurunan torsi dan daya mesin. Kesimpulan penting lainnya adalah bahwa secara umum penggunaan bahan bakar LPG bersubsidi sangat berpotensi untuk mengatasi masalah emisi gas buang dan ketergantungan terhadap bahan bakar minyak bagi kendaraan bermotor.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1.] Legowo, E., 2012, “Kebijakan Pengaturan BBM Bersubsidi, Workshop IIEE, GSI & IISD, Pengendalian BBM Bersubsidi: Persiapan Implementasi dan Mitigasi Dampak Negatifnya”, Jakarta. Bandung: Penerbit Kaifa.
- [2.] Sinaga, N., 2013, “Hubungan antara Posisi Throttle, Putaran Mesin dan Posisi Gigi terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Beberapa Kendaraan Penumpang”, Universitas Diponegoro, 2013. Suparno. 2000. *Langkah-langkah Penulisan Artikel Ilmiah* dalam Saukah, Ali dan Waseso, M.G. 2000. *Menulis Artikel untuk Jurnal Ilmiah*. Malang: UM Press.
- [3.] Morganti, K., J., 2013, “The Research and Motor Octane Numbers of Liquefied Petroleum Gas (LPG)”, University of Melbourne, Australia. Wahab, Abdul dan Lestari, Lies Amin. 1999. *Menulis Karya Ilmiah*. Surabaya: Airlangga University Press.
- [4.] Heywood, J.B., 1988, “Internal Combustion Engine Fundamentals” Massachusetts Institute of Technology