

**ANALISIS PENGGUNAAN BAHAN BAKAR LIQUIFIED PETROLEUM GAS (LPG)  
TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG CO DAN HC  
PADA MOTOR SUPRA X 125R TAHUN 2009**

**Muhammad Aziz W; Subagsono; Basori**

Prodi. Pend. Tekni Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan. FKIP, UNS  
Kampus UNS Pabelan Jl. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp /Fax 0271 718419  
(areziz\_wahyudi@yahoo.co.id)

**ABSTRACT**

*The purpose of this research are: (1) To investigate fuel consumption and exhaust emissions (CO and HC) on motorcycles Supra X 125 R in 2009 that use LPG fuel. (2) To analyze the use of LPG fuel to fuel consumption and exhaust emissions (CO and HC) on motorcycles Supra X 125 R in 2009.*

*Based on this research can be conclude: (1) The test results of 3 kg LPG to a distance of 250 km at a price of Rp. 15 000. While the use of premium fuel, a liter of premium with the price of Rp. 5000 to a distance of 55 km so that for a distance of 250 km requires 4.55 liters at a price of Rp. 22 750. Thus, the use of LPG fuel save money Rp. 7750. (2) The results gas emissions levels of CO 0,025 % and gas emissions levels of HC 2274 ppm. Still under standard exhaust emissions limits released by the ministry of the environment number 05 in 2006. (3) The use of LPG fuel in the motor Supra X 125R in 2009 can't be directly applied, because the Supra X 125R is a motorcycle with a premium fuel engine character. Changes must be done on the carburetor is to change the size of the pilot jet to # 118 and a # 200 main jet for LPG stoichiometri AFR 21: 1.*

*Keywords : Liquified Petroleum Gas (LPG), Fuel consumption, Exhaust emission of CO and HC*

**A. PENDAHULUAN**

Perkembangan ilmu dan teknologi di dunia terus berjalan seiring dengan timbulnya masalah yang semakin kompleks diberbagai bidang kehidupan, tidak terkecuali dalam bidang transportasi. Salah satu alat

transportasi yang paling banyak digunakan masyarakat Indonesia selama ini adalah sepeda motor yang dari tahun ketahun jumlahnya terus mengalami peningkatan.

Dari data Biro Pusat Statistik (BPS) tahun 2009 menunjukkan angka

pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia dari tahun 1999 jumlah sepeda motor 13.053.148 unit dan pada tahun 2009 sudah sebanyak 52.433.132 unit. Dalam kurun waktu 10 tahun saja sudah mengalami peningkatan 39.379.984 unit. Kenaikan jumlah ini berdampak pada kebutuhan akan bahan bakar minyak (BBM) meningkat.

Seperti diketahui, pemerintah akan mulai menerapkan pembatasan konsumsi BBM bersubsidi untuk mobil di atas tahun 2005. Hal itu dilakukan seiring terus meningkatnya konsumsi BBM akibat meningkatnya pertumbuhan kendaraan” (Ramdhania El Hida, 2010).

Dengan meningkatnya jumlah konsumsi bahan bakar fosil tentulah polusi udara akibat emisi gas buang kendaraan juga meningkat. Dilain pihak cadangan bahan bakar gas sebagai bahan bakar alternatif masih cukup banyak tersedia. Berdasarkan hal ini peluang untuk menggunakan *liqueid petroleum gas* (LPG) cukup besar terutama digunakan sebagai bahan bakar sepeda motor.

LPG merupakan gas hasil produksi dari kilang BBM dan kilang Gas, komponen utamanya adalah gas *propana* (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) dan *butana* (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) kurang lebih 97% dan sisanya adalah gas *pentana* dicairkan. LPG lebih berat dari udara dengan berat jenis sekitar

2,01 (dibandingkan dengan udara), tekanan uap LPG cair dalam tabung sekitar 5,0–6,2 kg/cm<sup>2</sup>. Zat markaptan ditambah pada LPG dimaksudkan untuk keselamatan dengan memberikan bau yang khas, sehingga kebocoran gas mudah diketahui dengan cepat.

Pemanfaatan LPG sebagai bahan bakar sepeda motor merupakan suatu alternatif yang menjanjikan jika ditinjau dari aspek ketersediaan sumber energi dan aspek lingkungan. Namun demikian, pemanfaatan LPG sebagai bahan bakar sepeda motor bukan tanpa resiko. Oleh karena itu perlu dilakukan modifikasi sistem penyimpanan dan penyaluran bahan bakar LPG sehingga kendaraan dapat beroperasi dengan baik.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah konsumsi bahan bakar pada sepeda motor Supra X 125 R tahun 2009 yang menggunakan bahan bakar LPG?
2. Berapakah emisi gas buang (CO dan HC) pada sepeda motor Supra X 125 R tahun 2009 yang menggunakan bahan bakar LPG?

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Menyelidiki konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang (CO dan HC) pada sepeda motor Supra X 125 R

tahun 2009 yang menggunakan bahan bakar LPG.

2. Menganalisis penggunaan bahan bakar LPG terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang (CO dan HC) pada sepeda motor Supra X 125 R tahun 2009.

## B. METODE PENELITIAN

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penggunaan bahan bakar LPG.

Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu :

1. Konsumsi bahan bakar pada motor Supra X 125R tahun 2009.
2. Emisi gas buang CO dan HC pada motor Supra X 125R tahun 2009.

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

1. Seluruh komponen pada sampel dalam keadaan standar sesuai rekomendasi manufaktur kendaraan, kecuali yang mengalami perlakuan untuk penelitian, yakni karburator.
2. Pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan dengan uji jalan.
3. Pengukuran emisi gas buang CO dan HC dilakukan pada putaran mesin idle 1400 RPM.
4. Kondisi temperatur tempat kerja dianggap sama, yaitu antara 20 °C sampai 35°C.

5. Alat ukur untuk variabel terikat berupa timbangan digital, dan *gas analyzer*.

Penelitian ini dilaksanakan di sepanjang jalan Surakarta – Semarang - Magelang – Yogyakarta – Surakarta untuk mengetahui konsumsi bahan bakar. Sedangkan untuk mengetahui emisi gas buang CO dan HC dilakukan di Laboratorium Otomotif Program Studi Pendidikan Teknik Mesin JPTK FKIP UNS Surakarta yang beralamatkan di Jalan Ahmad Yani No. 200 Kartasura dengan menggunakan alat *gas analyzer type STARGAS 898*.

Populasi dalam penelitian ini adalah sepeda motor Supra X 125R tahun 2009.

sampelnya adalah sepeda motor Supra X 125R tahun 2009 bernomor mesin JB91E1667453 yang masih menggunakan bahan bakar minyak dengan jenis premium kemudian diganti dengan bahan bakar gas dengan jenis LPG.

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini dengan menggunakan teknik sampel bertujuan/*purposive sample*. Metode dokumentasi yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah memanfaatkan *print out*/cetakan hasil pengukuran dari alat uji emisi (*gas analyzer*) untuk data emisi gas CO dan HC. Sedangkan,

untuk data konsumsi bahan bakar menggunakan cara mencatat hasil pengukuran bahan bakar LPG yang tertera pada layar timbangan digital.

Sedangkan instrumen penelitian yang digunakan untuk memperoleh data dari variabel terikat adalah timbangan digital dan *gas analyzer*. timbangan digital digunakan untuk mengukur banyaknya bahan bakar LPG yang digunakan saat pengujian. *Gas analyzer* digunakan untuk mengukur emisi gas buang CO dan HC yang dihasilkan oleh sepeda motor saat proses pengujian.

### C. HASIL PENELITIAN

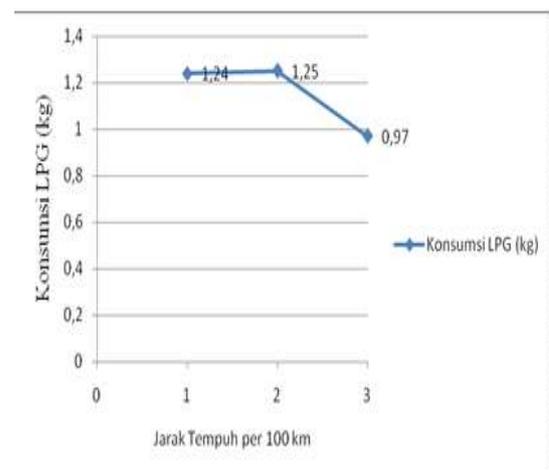
Dalam pengujian analisis penggunaan bahan bakar *Liquified Petroleum Gas* (LPG) terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO dan HC pada Supra X 125R tahun 2009 yang dilakukan dengan uji jalan untuk konsumsi bahan bakar dan *gas analyzer* (*stargas* 898) untuk emisi gas buang CO dan HC menghasilkan data sebagai berikut:

1. Konsumsi LPG sebagai bahan bakar pada Supra X 125R tahun 2009

Tabel 1. Hasil Pengamatan Konsumsi LPG sebagai Bahan Bakar pada Supra X 125R tahun 2009

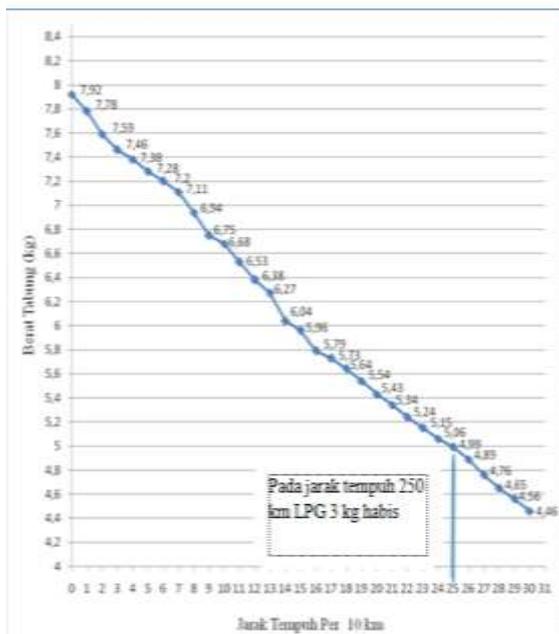
Jarak (per 10 km)	Konsumsi bahan bakar (kg)			Jumlah (kg)	Rata-rata (kg)
	Jalur 1	Jalur 2	Jalur 3		
1	0,14	0,15	0,09	0,38	0,13
2	0,19	0,15	0,1	0,44	0,15
3	0,13	0,11	0,09	0,33	0,11
4	0,08	0,23	0,09	0,4	0,13
5	0,1	0,08	0,07	0,25	0,08
6	0,08	0,17	0,1	0,35	0,12
7	0,09	0,06	0,13	0,28	0,09
8	0,17	0,09	0,11	0,37	0,12
9	0,19	0,1	0,09	0,38	0,13
10	0,07	0,11	0,1	0,28	0,09
Jumlah	1,24	1,25	0,97	3,46	1,15
Rata-rata	0,12	0,13	0,1		

Berikut ini merupakan grafik Hasil Pengamatan Konsumsi LPG sebagai Bahan Bakar pada Supra X 125R tahun 2009



Gambar 1. Grafik Konsumsi LPG Sebagai Bahan Bakar Pada Motor Supra X 125R Tahun 2009.

Untuk lebih jelasnya berikut ini merupakan grafik penurunan Tabung LPG sebagai Bahan Bakar pada Supra X 125R tahun 2009



Gambar 4.2. Grafik Penurunan Tabung LPG Dengan Jarak Tempuh 300 km Pada Motor Supra X 125R Tahun 2009.

Pada jalur pengujian yang pertama berangkat dari Pertigaan Tugu Kartasura, Surakarta dan mencapai jarak 100 km di Semarang. Pada jalur pertama ini kondisi uji meliputi tanjakan landai, tanjakan tinggi, turunan, jalan datar dan jalan berbatu sehingga konsumsi bahan bakarnya adalah 1,24 kg. Untuk lebih jelasnya konsumsi bahan bakar LPG pada jalur pertama dapat dilihat pada Tabel 1 yaitu konsumsi terbesar pada kilometer ke 20 dan 90 yaitu sebesar 0,19 dikarenakan kondisi jalanya adalah tanjakan tinggi, jalan berbatu dan tanjakan landai. Sedangkan konsumsi bahan bakar terendah adalah pada kilometer ke 100 karena

kondisi jalannya adalah turunan dan jalan datar.

Pada jalur pengujian yang kedua konsumsi bahan bakarnya adalah yang terbanyak, yaitu sebanyak 1,25 kg. Hal ini terjadi karena kondisi uji banyak didominasi tanjakan landai, tanjakan tinggi, turunan, jalan datar dan tikungan. Pada kondisi jalan seperti tanjakan landai dan tanjakan tinggi konsumsi bahan bakar tinggi karena pada saat tanjakan penarikan *handle* gas besar sehingga pemasukan bahan bakar ke ruang bakar menjadi banyak sesuai dengan kebutuhan kendaraan. Jalur pengujian kedua berangkat dari UNNES Semarang dan mencapai 100 km yang kedua di Jl. Raya Magelang-Yogya. Untuk lebih jelasnya konsumsi bahan bakar LPG pada jalur pertama dapat dilihat pada Tabel 1 yaitu konsumsi terbesar pada kilometer ke 40 yaitu sebesar 0,23 dikarenakan kondisi jalanya adalah tanjakan tinggi, tanjakan tinggi, tanjakan landai dan tikungan. Sedangkan konsumsi bahan bakar terendah adalah pada kilometer ke 70 karena kondisi jalannya adalah turunan dan jalan datar.

Pada jalur pengujian yang ketiga konsumsi bahan bakarnya adalah yang terendah, yaitu 0,97 kg.

Hal ini terjadi karena kondisi uji banyak didominasi jalan datar. Jalur pengujian ketiga berangkat dari Magelang dan mencapai jarak 100 km ketiga Jl. Slamet Riyadi Gladak Surakarta. Untuk lebih jelasnya konsumsi bahan bakar LPG pada jalur ketiga dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari hasil pengujian di tiga jalur uji dengan jarak total 300 km konsumsi bahan bakarnya adalah 3,46 kg, sehingga untuk rata-rata jarak 100 km konsumsi bahan bakarnya adalah 1,152 kg. Untuk lebih spesifiknya konsumsi 3 kg tabung LPG dapat menempuh jarak sebesar 250 km. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.

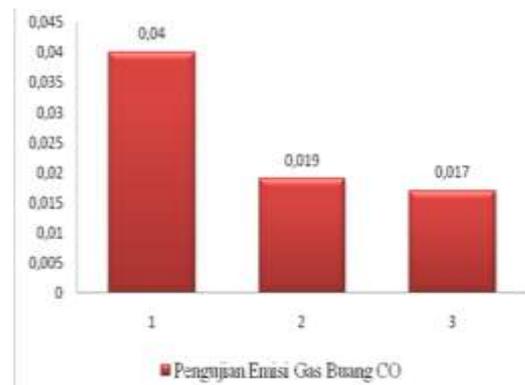
Dengan kata lain penggunaan LPG bisa dikatakan lebih irit karena 3 kg tabung LPG dapat menempuh Jarak 250 km dengan harga Rp. 15000. Sedangkan penggunaan bahan bakar premium untuk satu liter premium dengan harga Rp. 5000 dapat menempuh jarak 55 km sehingga untuk menempuh jarak 250 km membutuhkan 4,55 liter dengan harga Rp. 22750. Dengan demikian penggunaan bahan bakar LPG menghemat uang sebesar Rp. 7750.

## 2. Emisi gas buang CO pada Penggunaan Bahan Bakar LPG

Tabel 2. Hasil Pengamatan Emisi Gas Buang CO pada Penggunaan Bahan Bakar LPG

No. Pengujian		1	2	3	Jumlah	Rata-rata
Temp Oli mesin	°C	47	45	46	138	46
Temp mesin	°C	65,1	65,5	66,2	196,8	65,6
CO	%	0,040	0,019	0,017	0,076	0,025

Berikut ini merupakan histogram Hasil Pengamatan Emisi Gas Buang CO pada Penggunaan Bahan Bakar LPG



Gambar 3. Histogram Emisi Gas Buang CO Menggunakan Bahan Bakar LPG Pada Motor Supra X 125R Tahun 2009.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa histogram tersebut memiliki hasil yang berbeda pada setiap pengujian. Pada pengujian pertama gas CO yang terukur oleh *gas analyzer* sebesar 0,040%, pengujian kedua sebesar 0,019% dan pada pengujian ketiga sebesar 0,017%. Dari tiga pengujian terhadap gas

buang CO didapat hasil pengukuran rata-rata sebesar 0,025%.

Dari pembahasan Tabel 2 dapat diketahui bahwa semakin tinggi temperatur mesin mengakibatkan emisi gas buang CO semakin rendah. Dengan kata lain, temperatur mesin berbanding terbalik dengan emisi gas buang CO.

Jika dikaitkan dengan tabel ambang batas emisi gas buang sesuai dengan peraturan menteri negara lingkungan hidup nomor 05 tahun 2006 pada tabel 3.1 bahwa ambang batas emisi gas buang CO untuk kendaraan bermotor kategori L sepeda motor 4 langkah tahun pembuatan < 2010 sebesar 5,5%. Dengan demikian kadar emisi gas buang CO pada penggunaan bahan bakar LPG ramah lingkungan karena dibawah standart yang dikeluarkan oleh mentri negara lingkungan hidup, kadar emisi gas buang CO pada penggunaan bahan bakar LPG sebesar 0,025%..

Kadar emisi gas buang CO rendah disebabkan LPG tersusun dari campuran antara *propana* dan *butan* merupakan bahan ramah lingkungan karena LPG mempunyai sifat tidak meninggalkan residu apabila menguap, Bersih, tidak beracun dan tidak berwarna. Selain itu temperatur

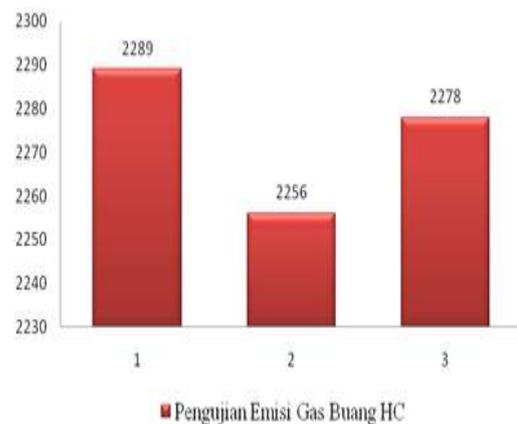
mesin juga mempengaruhi tinggi rendahnya kadar emisi gas buang CO pada waktu pengujian.

### 3. Emisi Gas Buang HC Pada Penggunaan Bahan Bakar LPG

Tabel 3. Hasil Pengamatan Emisi Gas Buang HC pada Penggunaan Bahan Bakar LPG.

No. Pengujian	1	2	3	Jumlah	Rata-rata
Temp. Oli mesin °C	47	45	46	138	46
Temp. mesin °C	65,1	65,5	66,2	196,8	65,6
HC ppm	2289	2256	2278	6823	2274

Berikut ini merupakan histogram Hasil Pengamatan Emisi Gas Buang HC pada Penggunaan Bahan Bakar LPG.



Gambar 4. Histogram Emisi Gas Buang HC Menggunakan Bahan Bakar LPG Pada Motor Supra X 125R Tahun 2009.

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa histogram tersebut memiliki hasil yang berbeda pada setiap pengujian. Pada pengujian pertama gas HC yang terukur oleh gas

*analyzer* sebesar 2289 ppm, pengujian kedua sebesar 2256 ppm dan pada pengujian ketiga sebesar 2278 ppm. Dari tiga pengujian terhadap gas buang HC didapat hasil pengukuran rata-rata sebesar 2274 ppm.

Jika dikaitkan dengan tabel ambang batas emisi gas buang sesuai dengan peraturan menteri negara lingkungan hidup nomor 05 tahun 2006 pada Tabel 3.1 bahwa ambang batas emisi gas buang HC untuk kendaraan bermotor kategori L sepeda motor 4 langkah tahun pembuatan < 2010 sebesar 2400 ppm. Dengan demikian kadar emisi gas buang HC walaupun cukup tinggi namun masih aman karena masih dibawah standar ambang batas emisi gas buang yang dikeluarkan oleh menteri negara lingkungan hidup, kadar emisi gas buang HC yaitu sebesar 2274 ppm.

Kadar emisi gas buang HC tinggi karena spesifikasi mesin tersebut memang dirancang untuk bahan bakar bensin. Hal ini disebabkan adanya perbedaan karakteristik penyalan bahan bakar. Perambatan nyala LPG lebih cepat dari pada premium, dengan kata lain *timing* pengapian tidak tepat ketika menggunakan bahan bakar LPG

sehingga mengakibatkan banyak bahan bakar LPG yang tidak terbakar secara sempurna dan mengakibatkan kadar emisi gas buang HC tinggi.

#### D. SIMPULAN

Berdasarkan penemuan-penemuan dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian 3 kg tabung LPG dapat Menempuh Jarak 250 km dengan harga Rp. 15000. Sedangkan penggunaan bahan bakar premium, satu liter premium dengan harga Rp. 5000 dapat menempuh jarak 55 km sehingga untuk menempuh jarak 250 km membutuhkan 4,55 liter dengan harga Rp. 22750. Dengan demikian penggunaan bahan bakar LPG menghemat uang sebesar Rp. 7750.
2. Hasil penelitian kadar emisi gas buang CO sebesar 0,025% dan kadar emisi gas buang HC sebesar 2274 ppm. Masih dalam ambang batas emisi gas buang yang dikeluarkan oleh menteri negara lingkungan hidup nomor 05 tahun 2006.
3. Penggunaan bahan bakar LPG pada motor Supra X 125R tahun 2009 tidak dapat langsung diterapkan, karena motor Supra X 125R merupakan motor dengan karakter mesin berbahan bakar premium. Sehingga Harus dilakukan perubahan pada karburator yaitu dengan mengubah lubang *pilot jet* dan *main jet* karena AFR

stoichiometri bahan bakar LPG yaitu 21:  
1. Ukuran lubang *pilot jet* dan *main jet*  
yang paling tepat untuk mendapatkan  
AFR stoichiometri LPG yaitu *pilot jet*  
dengan ukuran #118 dan *main jet*  
dengan ukuran #200.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. (2009). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- \_\_\_\_\_. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Badan Pusat Statistika. (2009). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor menurut Jenis tahun 1987-2009*. Diperoleh 08 Februari 2012, dari [http://www.bps.go.id/tab\\_sub/vie\\_w.php?tabel=1&daftar=1&id\\_subyek=17&notab=12](http://www.bps.go.id/tab_sub/vie_w.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=17&notab=12)
- Badan Standarisasi Nasional. (2005). *Emisi Gas Buang – Sumber Bergerak – Bagian 3: Cara Uji Kendaran Bermotor Kategori L pada Kondisi Idle*. Diperoleh 03 April 2012, dari [http://staff.undip.ac.id/env/semestergenap/files/2010/02/SNI-09-7118.3\\_2005-kendaraan-kategori-L-kondisi-idle.pdf](http://staff.undip.ac.id/env/semestergenap/files/2010/02/SNI-09-7118.3_2005-kendaraan-kategori-L-kondisi-idle.pdf)
- Basori, dkk. (2012). *Electronic petrol injection (EPI) dan Emisi Gas Buang*. Modul Pelatihan Tidak di Publikasikan, Pendidikan Teknik Mesin FKIP UNS.
- Budianto, H. (2008). *Modifikasi Mesin Motor Bensin 4 Tak Type 5K 1486 CC Menjadi Bahan Bakar LPG*. Diperoleh 04 April 2012, dari <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-NonDegree-13557-Presentation-316384.pdf>
- Daryanto. (2010). *Teknik Konversi Energi*. Bandung: Satu Nusa.
- Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret. (2012). *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surakarta: UNS Press.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fauzan, A (2008). *Disain Converter kits modifikasi sistem bahan bakar motor bensin menjadi berbahan bakar gas*. Diperoleh 04 April 2012, [http://rires2.umm.ac.id/publikasi/ama/gas\\_converter\\_0408.pdf](http://rires2.umm.ac.id/publikasi/ama/gas_converter_0408.pdf)
- Hasyim, I. (2009). *40 Tahun Bergelut Energi BBM, Kapan Selesai?*. Jakarta: Bintang Satu Publishing.
- Honda. 2008. *Buku Pedoman Pemilik Supra X 125D*. Jakarta: PT. Astra Honda Motor.
- Ilhamdani, M.I. (2008). *SNI 09-4405-1997*. Diperoleh 04 April 2012, dari <http://www.lontar.ui.ac.id/file?file=digital/124864-R020882-Analisis%20Penggunaan-Lampiran.pdf>
- Jama, J. (2008). *Teknik Sepeda Motor Jilid 2 untuk SMK*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Nooryastuti, E. (2006). *Ambang Batas Emisi Gas Bang kendaraan bermotor lama* Diperoleh 04 April 2012, dari

[http://hukum.unsrat.ac.id/men/menlh\\_5\\_2006.pdf](http://hukum.unsrat.ac.id/men/menlh_5_2006.pdf)

- Prastowo, A. (2011). *Emahami Metode-Metode Penelitian*. Jogjakarta: Ar-Ruzz Media.
- Prananta, E (2010). *Uji Pengaruh Perubahan Saat Penyalaan (Ignition Timing) Terhadap Prestasi Mesin Pada Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Bahan Bakar Premium dan LPG (Bi-Fuel)*. Diperoleh 04 April 2012, dari <http://eprints.undip.ac.id/24681/1/L2E604207.pdf>
- Sastrawijaya, A.T. (2009). *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sitorus T.B. (2006). *Tinjauan Pengembangan Bahan Bakar Gas Sebagai Bahan Bakar Alternatif* Diperoleh 04 April 2012, dari <http://library.usu.ac.id/download/ft/mesin-tulus2.pdf>
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Wardhana, W. A. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi.
- Widodo, E. (2011). *Otomotif Sepeda Motor*. Bandung: Yrama Widya.
- Wijayanto, Y. (2009). *Analisis Kecepatan Kendaraan Pada Ruas Jalan Brigjen Sudiarto (Majapahit) Kota Semarang Dan Pengaruhnya Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM)* Diperoleh 09 Oktober 2012, dari [http://eprints.undip.ac.id/17646/1/Yudha\\_Wijayanto.pdf](http://eprints.undip.ac.id/17646/1/Yudha_Wijayanto.pdf)
- Kristanto, P. (2001). *Pengaruh Perubahan Pemajuan Waktu Penyalaan Terhadap Motor Dual Fuel (Bensin-BBG)*. Diperoleh 09 Oktober 2012, dari <http://paradisecateringhall.com/c092126qqE8F267FT>
- Tenaya, IGNP. (2010). *Pengaruh Pemanasan Campuran Bahan Bakar Gas-Udara Terhadap Kecepatan Rambat Api Premixed Pada Ruang Bakar Model Helle-Shaw Cell*. Diperoleh 09 Oktober 2012, dari [http://oaj.unsri.ac.id/files/ft/snttm2010/59\\_PROSIDING%20DIGITAL%20SNTTM%20IX.pdf](http://oaj.unsri.ac.id/files/ft/snttm2010/59_PROSIDING%20DIGITAL%20SNTTM%20IX.pdf)