

**JURNAL PENELITIAN**

**PENGARUH PENGGANTIAN MAIN JET PADA KARBURATOR  
TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG  
PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA JUPITER Z**



**Oleh:**

**FEBRIANSYAH**

**NIM. 1108132/2011**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2014**

# **Pengaruh Penggantian *Main jet* Pada Karburator Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Yamaha Jupiter Z**

**Febriansyah**

**Dosen Pembimbing : 1. Drs. Hasan Maksum, M.T  
2. Drs. M. Nasir, M.Pd**

S1 Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

[febrybae@yahoo.com](mailto:febrybae@yahoo.com)

## **Abstrak**

Main jet berfungsi sebagai pengontrol jumlah bensin yang disalurkan oleh primary high speed system. Main jet adalah pintu keluar utama bensin dari mangkuk karburator. Main jet terhubung langsung ke nosel. Jika pilot jet berperan di kecepatan rendah, maka main jet berperan untuk kecepatan tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang dihasilkan oleh sepeda motor yang menggunakan Main jet standar dengan sepeda motor yang menggunakan Main jet yang divariasikan.

Hasil pengujian lalu dianalisa dengan analisis statistik t-test dengan taraf signifikan 5%. Hasil yang diperoleh dari penggantian main jet dengan ukuran lebih kecil dapat menghemat konsumsi bahan bakar. Dimana konsumsi bahan bakar yang paling rendah terjadi pada putaran 1500 rpm menggunakan main jet 100 dengan jumlah konsumsi bahan bakar sebesar 0,29316 liter/jam dengan penurunan konsumsi bahan bakar rata-rata 0,0476 liter/jam pada setiap putaran mesin. Penggantian main jet dengan ukuran lebih kecil dapat mengurangi kandungan CO sebesar 1,31 %, dan hasil uji t dinyatakan signifikan dengan  $t_{hitung} = 12,4586 > t_{tabel} = 4,303$ . Kemudian, kandungan HC main jet dengan perlakuan lebih tinggi dibandingkan dengan sepeda motor main jet tanpa perlakuan. Hasil uji t pada kandungan HC main jet 100 dengan dinyatakan tidak signifikan dengan  $t_{hitung} = 1,5573 < t_{tabel} = 4,303$ , main jet 110  $t_{hitung} = 2,9435 < t_{tabel} = 4,303$ , dan main jet 115 dinyatakan  $1,4407 < t_{tabel} = 4,303$ .

Kata kunci: Main jet, Konsumsi bahan bakar, dan Emisi gas buang.

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Penggunaan kendaraan bermotor setiap harinya semakin meningkat, akibatnya sumber polutan juga semakin meningkat. Peningkatan ini disebabkan karena kebutuhan maupun gaya hidup yang terus berkembang. Pada saat sekarang ini mayoritas pengguna kendaraan bermotor tidak tahu, tidak mengerti, ataupun tidak peduli dengan polutan yang dihasilkan kendaraannya, yang mereka tahu hanya cara menggunakannya saja. Karena itu pabrikan kendaraan bermotor sangat dituntut akan kesempurnaan proses pembakaran pada kendaraannya, agar terwujudnya bahan bakar irit dengan tenaga yang besar, seras emisi yang ramah lingkungan.

Sumber polutan terbesar yaitu dari sektor transportasi, adapun gas yang berbahaya diantaranya CO (Karbon Monoksida) dan HC (Hidrokarbon). Polutan yang terjadi dapat diakibatkan karena proses pembakaran yang tidak sempurna, salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan cara menggantikan *main jet* pada karburator sepeda motor tersebut. *Main jet* merupakan penyuplai utama bensin pada karburator. Dengan adanya penggantian *main jet* pada karburator, harapannya agar dapat menghasilkan campuran bahan bakar dengan udara yang halus sehingga mudah terbakar sesuai dengan kompresi rasio mesin kendaraan yang digunakan. Bila bahan bakar yang digunakan sesuai dengan kompresi rasio mesin, hal ini akan menghindari terjadinya *detonasi/knocking* di dalam mesin kendaraan, karena pembakaran yang sempurna akan didapatkan sehingga

emisi gas buang kendaraan yang berbahaya akan berkurang.

## 2. Teori Dasar

### 2.1 Proses Pembakaran

Proses pembakaran dibedakan atas dua jenis, yaitu pembakaran kimia dan fisika. Pembakaran kimia ditulis dalam persamaan  $C_8H_{18} + 12,5O_2 + N_2 \longrightarrow 8CO_2 + H_2O + N_2$ . Reaksi tersebut dapat dilihat bahwa proses pembakaran yang baik atau karbon ( $C_8$ ) dibakar seluruhnya menjadi  $8CO_2$  sedangkan Hidrogen ( $H_{18}$ ) dibakar seluruhnya menjadi  $9H_2O$ . Pembakaran fisika yaitu proses pembakaran pada SI (*Spark Ignition*) engine dapat dibagi dalam tiga tahap: (1) penyalaan (2) perambatan nyala api (3) akhir penyalaan. Pada tahap penyalaan, bahan bakar yang terbakar hanya 5-10%. Selama periode penyalaan, busi memercikkan bunga api dan proses pembakaran dimulai tetapi tekanan di ruang bakar masih rendah sehingga belum ada usaha yang dihasilkan. Usaha yang dihasilkan nantinya akan mendorong piston akibat ledakan campuran bahan bakar terjadi pada tahap perambatan api dalam proses pembakaran (sekitar  $5-10^\circ$  sesudah TMA). Pada periode ini sekitar 80-90% bagian dari masa campuran bahan bakar dan udara terbakar. Selama tahap ini, tekanan di dalam selinder sangat tinggi atau berada pada tekanan maksimum yang akan membentuk tenaga untuk menghasilkan usaha pada langkah usaha 5% jumlah campuran bahan bakar dan udara terakhir terbakar pada tahap akhir penyalaan dimana tekanan akan turun sangat cepat dan pembakaran selesai.

## 2.2 Karburator

Karburator berfungsi untuk mencampur udara dan bensin sehingga menjadi gas dan untuk mengatur pemasukan gas ke dalam silinder. Gas merupakan partikel-partikel yang sangat halus sehingga mudah terbakar. Selain itu karburator juga harus sanggup melayani penyampuran udara dengan bensin dan memasukkannya ke dalam silinder sesuai dengan beban dan kecepatan motor. Perbandingan udara dengan bensin dinyatakan dengan berat. Secara teoritis perbandingan yang sempurna adalah 1 gr bensin berbanding dengan 15 gr berat udara. Apabila perbandingan udara lebih besar, misalnya 1 gr berat bensin berbanding 18 gr udara maka disebut dengan campuran miskin. Sebaliknya, bila campuran udara lebih sedikit, misalnya 1 gr berat bensin berbanding dengan 13 gr berat udara maka disebut campuran kaya.

## 2.3 Main jet

*Main jet* berfungsi sebagai mengontrol jumlah bensin yang disalurkan oleh primary high speed system. *Main jet* adalah pintu keluar utama bensin dari mangkuk karburator. *Main jet* terhubung langsung ke nosel. Jika *pilot jet* berperan di kecepatan rendah, maka *main jet* berperan untuk kecepatan tinggi.

## 2.4 Konsumsi bahan bakar

*Fuel consumption* menunjukkan berapa banyak kilometer yang dapat ditempuh oleh motor dengan 1 liter bensin. *Fuel consumption* ini juga menunjukkan seberapa jauh efisiensi mesin atau kendaraan dilihat dari

pemakaian bahan bakarnya. Nilai-nilai yang diperoleh dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi perjalanan saat dilakukan pengukuran. Contohnya : cuaca, kondisi mesin, beban jalan, kondisi jalan, dan lain-lain.

Konsumsi bahan bakar erat kaitannya dengan efisiensi kendaraan. Tingkat konsumsi sebuah engine terhadap bahan bakar sering kali menjadi salah satu bahan pertimbangan dalam pemilihan sebuah engine. Usaha yang dilakukan oleh para ahli otomotif saat ini adalah mendapatkan engine dengan konsumsi bahan bakar rendah (irit) dengan menghasilkan tenaga yang maksimal.

## 2.5 Emisi Gas Buang Kendaraan

### 2.5.1 Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida merupakan hasil dari pembakaran yang tidak lengkap karena jumlah udara yang tidak cukup pada campuran bahan bakar dan udara atau tidak cukupnya waktu pada siklus untuk menyelesaikan pembakaran. Efek yang ditimbulkan oleh CO yaitu berkurangnya penyediaan oksigen ke seluruh tubuh bisa membuat sesak nafas dan dapat menyebabkan kematian.

### 2.5.2 Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon terbentuk dari campuran bahan bakar yang tidak tercampur rata pada saat pembakaran, sehingga tidak bereaksi dengan oksigen, maka hidrokarbon ini akan ikut keluar dengan gas buangan hasil pembakaran dan menjadi bahan pencemar udara. Efek dari HC yaitu: HC berada di udara dalam jumlah banyak dan tercampur dengan bahan pencemar lain maka sifat toksinnya akan meningkat dan membentuk ikatan baru yang disebut Polycyclic Aromatic Hydrocarbon

(PAH). PAH merasang terbentuknya sel-sel kanker apabila terhisap masuk ke paru-paru.

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Persiapan Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Sepeda Motor Jupiter Z
- Four gas analyzer
- Gelas Ukur
- RPM tester
- Termometer digital
- Premium

#### 3.2 Pengujian

Pengujian konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO dan HC. Pengujian dilakukan pada masing-masing putaran mesin sebanyak tiga kali pengujian dengan putaran mesin yaitu 1500 rpm, 1900 rpm, dan 2300 rpm. Pengujian dilakukan menggunakan gelas ukur untuk konsumsi bahan bakar dan alat uji emisi four gas analyzer yang dilakukan di Workshop Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

### 4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### 4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Data hasil pengujian konsumsi bahan bakar karburator dengan *Main jet* ukuran 100

Putaran Mesin (rpm)	Temperatur Mesin (°C)	Jumlah Bahan Bakar (cc)	Pengujian (detik)			
			Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	1	12,24	13,37	11,25	12,28
1900	85	1	09,83	10,95	11,59	10,79
2300	85	1	09,58	08,34	09,89	9,27

4.1.2 Data hasil pengujian konsumsi bahan bakar karburator dengan *Main jet* ukuran 105

Putaran Mesin (rpm)	Temperatur Mesin (°C)	Jumlah Bahan Bakar (cc)	Pengujian (detik)			
			Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	1	10,97	11,52	11,11	11,2
1900	85	1	09,28	10,65	09,84	9,92
2300	85	1	08,32	08,60	08,43	8,43

4.1.3 Data hasil pengujian konsumsi bahan bakar karburator dengan *Main jet* ukuran 110

Putaran Mesin (rpm)	Temperatur Mesin (°C)	Jumlah Bahan Bakar (cc)	Pengujian (detik)			
			Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	1	12,99	14,11	14,96	14,02
1900	85	1	10,65	10,98	10,28	10,63
2300	85	1	08,43	08,73	09,01	8,72

4.1.4 Data hasil pengujian konsumsi bahan bakar karburator dengan *Main jet* ukuran 115

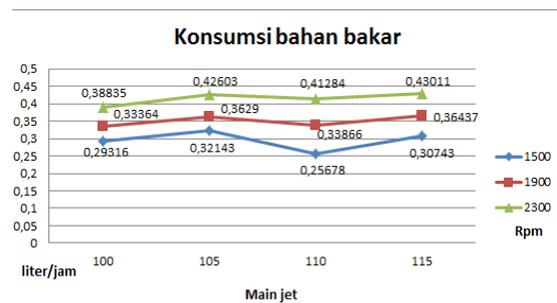
Putaran Mesin (rpm)	Temperatur Mesin (°C)	Jumlah Bahan Bakar (cc)	Pengujian (detik)			
			Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	1	11,44	12,08	11,63	11,71
1900	85	1	09,38	10,13	10,15	9,88
2300	85	1	08,17	08,27	08,67	8,37

4.1.5 Data hasil pengujian emisi gas buang karburator dengan *Main jet* ukuran 100

Putaran Mesin	Temperatur Mesin (°C)	CO %			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	5,01	4,42	4,03	4,48
1900	85	3,88	4,17	3,94	3,99
2300	85	3,48	3,82	3,55	3,61
Putaran Mesin	Temperatur Mesin (°C)	HC			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	755	533	568	618,6
1900	85	269	323	367	319,6
2300	85	168	181	198	182,3

4.1.6 Data hasil pengujian emisi gas buang karburator dengan *Main jet* ukuran 105

Putaran Mesin	Temperatur Mesin (°C)	CO %			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	3,26	3,34	2,93	3,17
1900	85	2,84	2,89	3,07	2,93
2300	85	2,51	2,54	2,73	2,59
Putaran Mesin	Temperatur Mesin (°C)	HC			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	542	542	517	533,6
1900	85	383	288	295	322
2300	85	210	205	213	209,3



4.1.7 Data hasil pengujian emisi gas buang karburator dengan *Main jet* ukuran 110

Putaran Mesin	Temperatur Mesin (°C)	CO %			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	4,38	4,39	3,86	4,21
1900	85	4,00	4,15	4,22	4,12
2300	85	4,25	4,39	4,20	4,28
Putaran Mesin	Temperatur Mesin (°C)	HC			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	996	1076	938	1003,3
1900	85	451	477	505	477,6
2300	85	437	419	433	429,6

Gambar 1. Grafik rata-rata Konsumsi Bahan Bakar

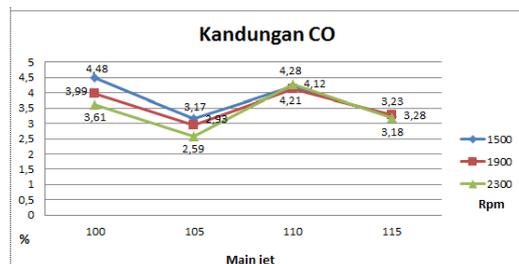
Dari tabel 4.2.1 dan gambar 1 di atas dapat disimpulkan bahwa pengaruh penggantian *main jet* 100 (dengan perlakuan) terhadap konsumsi bahan bakar lebih irit rata-rata 0,0476 liter/jam pada setiap putarannya jika dibandingkan dengan *main jet* 105 (tanpa perlakuan), 110, dan 115.

4.1.8 Data hasil pengujian emisi gas buang karburator dengan *Main jet* ukuran 115

Putaran Mesin	Temperatur Mesin (°C)	CO %			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	3,24	3,25	3,21	3,23
1900	85	3,27	3,16	3,42	3,28
2300	85	3,23	3,04	3,27	3,18
Putaran Mesin	Temperatur Mesin (°C)	HC			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1500	85	730	715	582	675,6
1900	85	378	347	282	335,6
2300	85	215	247	235	232,3

4.2.2 Hasil pengujian CO

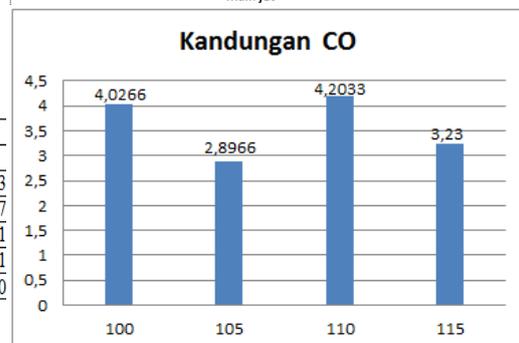
Putaran Mesin	Main jet 100	Main jet 105	Main jet 110	Main jet 115
1500	4,48	3,17	4,21	3,23
1900	3,99	2,93	4,12	3,28
2300	3,61	2,59	4,28	3,18
Jumlah	12,08	8,69	12,61	9,69
Rata-rata	4,0266	2,8966	4,2033	3,23



4.2 Pembahasan

4.2.1 Hasil pengujian Konsumsi bahan bakar

Rpm	Suhu	Pemakaian bahan bakar (liter/jam)			
		100	105	110	115
1500	85°	0,29316	0,32143	0,25678	0,30743
1900		0,33364	0,36290	0,33866	0,36437
2300		0,38835	0,42603	0,41284	0,43011
Jumlah		1,01515	1,11036	1,00828	1,10191
Rata-rata		0,33838	0,37012	0,33609	0,36730

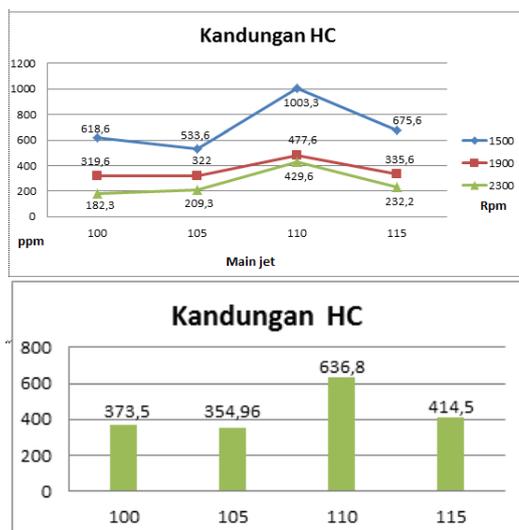


### Gambar 2. Bagan dan Grafik rata-rata nilai kandungan CO

Berdasarkan grafik dan bagan di atas dapat dilihat perbedaan rata-rata kandungan emisi gas buang CO dari ke empat *main jet*. Kandungan gas CO yang dihasilkan oleh *main jet* 115 lebih rendah 0,9733 % dibandingkan dengan kandungan gas CO yang dihasilkan *main jet* 110. Pada *main jet* 105 (tanpa perlakuan) kandungan gas CO lebih rendah 1,13 % dibandingkan dengan kandungan gas CO yang dihasilkan *main jet* 100. Jadi, dari rata-rata di atas kandungan gas CO yg paling sedikit yaitu 2,8966% pada *main jet* 105 (tanpa perlakuan).

#### 4.2.3 Hasil Pengujian HC

Putaran Mesin	Main jet 100	Main jet 105	Main jet 110	Main jet 115
1500	618,6	533,6	1003,3	675,6
1900	319,6	322	477,6	335,6
2300	182,3	209,3	429,6	232,3
Jumlah	1.120,5	1.064,9	1.910,5	1.243,5
Rata-rata	373,5	354,96	636,8	414,5



### Gambar 3. Bagan dan Grafik rata-rata nilai kandungan HC

Berdasarkan grafik pengujian dapat diambil rata-rata kandungan emisi

gas buang HC pada 4 variasi *main jet*. Adapun perbedaan rata-rata hasil pengujian kandungan emisi gas buang HC tersebut dapat dilihat pada bagan dan grafik di atas.

Kandungan gas HC yang dihasilkan oleh *main jet* 100 berbanding 18,54 ppm dengan *main jet* 105 (tanpa perlakuan). Pada *main jet* 115 perbandingan kandungan gas HC dengan *main jet* 105 (tanpa perlakuan) adalah 59,54 ppm, namun pada *main jet* 110 kandungan gas HC meningkat 281,84 ppm dibandingkan *main jet* 105 (tanpa perlakuan). Hidrokarbon terbentuk dari campuran bahan bakar yang tidak tercampur rata pada saat pembakaran sehingga tidak bereaksi dengan oksigen, maka *hidrokarbon* ini akan ikut keluar dengan gas buangan hasil pembakaran dan menjadi bahan pencemar udara (Wisnu, 2004).

Tabel. Hasil uji statistik emisi gas buang pada taraf signifikan 5 %

Jenis Emisi	Main jet	Hasil Penghitungan	Signifikan/Tidak Signifikan
CO (%)	105 dengan 100	$t_{hitung} = 12,4586 > t_{tabel} = 4,303$	Signifikan
	105 dengan 110	$t_{hitung} = 6,6527 > t_{tabel} = 4,303$	Signifikan
	105 dengan 115	$t_{hitung} = 1,9640 < t_{tabel} = 4,303$	Tidak Signifikan
HC (ppm)	105 dengan 100	$t_{hitung} = 1,5573 < t_{tabel} = 4,303$	Tidak Signifikan
	105 dengan 110	$t_{hitung} = 2,9435 < t_{tabel} = 4,303$	Tidak Signifikan
	105 dengan 115	$t_{hitung} = 1,4407 < t_{tabel} = 4,303$	Tidak Signifikan

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dibahas pada bagian muka, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Penggantian *main jet* dengan ukuran lebih kecil dapat menghemat konsumsi bahan bakar. Dimana konsumsi bahan bakar yang paling rendah terjadi pada putaran 1500 rpm menggunakan *main jet* 100 dengan jumlah konsumsi bahan bakar sebesar 0,29316 liter/jam dengan penurunan konsumsi bahan bakar rata-rata 0,0476 liter/jam pada setiap putaran mesin. Penggantian *main jet* dengan ukuran lebih kecil dapat mengurangi kandungan CO sebesar 1,31 %, dan hasil uji t dinyatakan signifikan dengan  $t_{hitung} = 12,4586 > t_{tabel} = 4,303$ . Kemudian, kandungan HC *main jet* dengan perlakuan lebih tinggi dibandingkan dengan sepeda motor *main jet* tanpa perlakuan. Hasil uji t pada kandungan HC *main jet* 100 dengan dinyatakan tidak signifikan dengan  $t_{hitung} = 1,5573 < t_{tabel} = 4,303$ , *main jet* 110  $t_{hitung} = 2,9435 < t_{tabel} = 4,303$ , dan *main jet* 115 dinyatakan  $1,4407 < t_{tabel} = 4,303$ .

#### Daftar Pustaka

- Anas Sudiyono. (2003). *Pengantar Statistik Dasar*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- DITJEN DIKMEN, KEMENDIKBUD. (2012). *Materi BIMTEK dan Uji Kompetensi guru produktif SMK Teknik Kendaraan Ringan*. Jakarta: Direktorat Pendidikan dan Tenaga Kependidikan Jakarta.
- Harian Pos. (2012). Penggunaan Bahan Bakar. Pada: [www.HarianPos.com](http://www.HarianPos.com). (diakses pada 11 Mei 2013)
- Jalius Jama dan Wagino. (2008). *Teknologi Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.
- \_\_\_\_\_. (2008). *Teknologi Sepeda Motor Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.
- Kompas Otomotif. (2012). Kenaikan Harga Bahan Bakar. Pada: [www.Kompas.com](http://www.Kompas.com). (diakses 11 Juni 2013)
- \_\_\_\_\_. (2012). Populasi Kendaraan di Indonesia. Pada: [www.Kompas.com](http://www.Kompas.com). (diakses 11 Juni 2013)
- \_\_\_\_\_. (2013). Prinsip kerja Karburator dan Main jet. Pada: [www.Kompas.com](http://www.Kompas.com). (diakses 24 september 2013)
- Marsudi. (2010). *Teknisi Otodidak Sepeda Motor*. Yogyakarta : Andi
- Marthur, Sharma. (1980). *A Course In Internal Combustion Engine*. Delhi: Rai & Sons.
- Mukono, H.J (2003). *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*. Surabaya: Airlangga University Press
- Pulkrabek, Willard W. (2004). *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*. New Jersey: Pearson Prentice-Hall.
- Pertamina. (2012). Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). Pada: [www.Pertamina.com/Gas](http://www.Pertamina.com/Gas)

- station.ospk.(diakses tanggal 20 Juni 2013)
- Wardan Suyanto. (1989). *Teori Motor Bensin*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Srikandi. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius
- Suharsimi Arikunto. (2000). *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta
- Soedomo, Moestikahadi. (2001). *Pencemaran Udara*. Bandung: ITB Bandung
- Solikin dan Sutiman. (2005). *Mesin Sepeda Motor*. Jakarta : Insania
- Tim Penyusun. (2011). *Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang*. Padang: Depdiknas UNP.
- Toyota. (1995). *Materi Pelajaran Engine Grup New Step 1*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- \_\_\_\_\_. (1972). *Materi Pelajaran Engine Grup Step 2*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Wisnu, Wardhana. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi offset