

# **PENGARUH PENGGUNAAN BERBAGAI JENIS KNALPOT (*MUFFLER*) TERHADAP KUALITAS GAS BUANG DAN TINGKAT KEBISINGAN PADA MOBIL TOYOTA AVANZA *TYPE 1.3 G MANUAL TAHUN 2012***

Suryanda Pratama Ramadan Putra<sup>1</sup>, Bahrul Amin<sup>2</sup>, Andrizal<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>*Jurusan Teknik Otomotif FT UNP*

*Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 INDONESIA*

[surya\\_campnou@yahoo.com](mailto:surya_campnou@yahoo.com)

[bahrul5513@gmail.com](mailto:bahrul5513@gmail.com)

[andrizal\\_55@yahoo.co.id](mailto:andrizal_55@yahoo.co.id)

**Intisari** — *Muffler* adalah suatu komponen sistem pembuangan yang berfungsi untuk mengurangi temperatur, menurunkan tekanan gas pembakaran juga mengurangi suara dari gas sisa hasil pembakaran *engine*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar perbedaan penggunaan berbagai jenis-jenis *muffler* terhadap kualitas gas buang dan tingkat kebisingan pada mobil toyota avanza. Penelitian ini menggunakan metode penelitian *quasy eksperiment jenis pretest-posttest control group design*. Pengambilan data yang dilakukan dengan memakai alat ukur seperti *four gas analyzer, thermocople, dan sound level meter*. Hasil penelitian untuk lima jenis *muffler* dan lima putaran *engine* tersebut, telah diperoleh rata-rata yang signifikan. Semakin bertambah putaran mesin maka jumlah emisi gas buang CO dan HC akan semakin rendah sdan temperatur aliran gas buang akan semakin tinggi. Sedangkan untuk tingkat kebisingan yang dihasilkan akan semakin tinggi bila putaran mesin menjadi naik.

**Kata Kunci** — *Muffler, Emisi Gas Buang, Kebisingan.*

**Abstract** — *Muffler* is a component of the exhaust system that serves to reduce the temperature, lowering the pressure of the gas combustion so reduce noise from gas combustion results in the rest of the engine. The purpose of this research is to find out how big a difference the use of various types of exhaust muffler of the quality and the level of noise in the car toyota avanza. This research uses research methods *quasy pretest-posttest eksperiment type control group design*. Data retrieval is done by wearing a measuring instrument such as *four gas analyzer, sound level and thermocouple meters*. The results of research for five varieties of muffler and five rounds of such engine, has gained a significant average. Growing round the machine then the amount of exhaust emissions of CO and HC will be more low-temperature exhaust gas flow will be higher. As for the level of noise produced will be higher when the engine is likely to be.

**Keyword** — *Muffler, Exhaust Emissions, Noise.*

## **A. Pendahuluan**

### **1. Latar Belakang**

Perkembangan teknologi dan industri yang memberikan manfaat ternyata juga mendatangkan akibat berupa rusaknya lingkungan sebagai tempat hidup manusia. Beberapa dampak tersebut antara lain berupa polusi udara yang dihasilkan dari asap kendaraan bermotor. Terutama polusi udara yang berasal dari sistem pembuangan kendaraan bermotor contohnya pada Knalpot (*Muffler*). *Muffler* berfungsi untuk menurunkan tekanan gas buang menjadi rendah dan mengurangi keluarnya zat-zat yang berbahaya dari gas buang sebelum menuju udara bebas.

Menurut Srikandi (1992 : 93) menyatakan, "Sumber polusi yang utama berasal dari sektor transportasi, dimana hampir 60% dari polutan yang dihasilkan terdiri dari *Karbon Monoksida* (CO) dan sekitar 15% terdiri dari *Hidrokarbon* (HC)".

Pesatnya perkembangan sektor transportasi di Indonesia membawa dampak pada meningkatnya tingkat polusi di udara, kemacetan lalu lintas, dan tingkat kebisingan di jalan raya. Karena itu, industri-industri otomotif pada saat ini telah melakukan berbagai inovasi untuk menciptakan kendaraan yang umum digunakan seperti : hemat bahan bakar, emisi gas buang yang rendah, performa *engine* yang tinggi, tenaga maksimal, serta jumlah tingkat kebisingan yang cukup rendah.

Berdasarkan hasil observasi di lapangan, pemilik mobil yang sering mengganti-ganti dari beberapa jenis *muffler* yang berbeda, dengan alasan untuk mempercepat mobil dan peningkatan performa *engine*, Sehingga pemilik mobil tidak memperhatikan lagi dampak pencemaran udara dari

pemakaian berbagai jenis-jenis *muffler*, karena dari bentuk dan konstruksi *muffler* dapat menentukan seberapa besar kualitas emisi gas buang dan tingkat kebisingan suara yang dihasilkan.

### **2. Tujuan Penelitian**

- a. Mengetahui seberapa besar perbedaan penggunaan berbagai jenis-jenis *muffler* terhadap kualitas gas buang pada mobil toyota avanza.
- b. Mengetahui seberapa besar perbedaan penggunaan berbagai jenis-jenis *muffler* terhadap tingkat kebisingan pada mobil toyota avanza.

## **B. Metode Penelitian**

Metode penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah model *Quasy Eksperiment* dengan jenis *Pretest-Posttest Control Group Design* (Sugiyono 2012:84).

### **1. Sampel**

Sampel yang digunakan dalam pengujian penelitian ini adalah :

- a. Satu unit mobil toyota avanza type 1.3 G Manual Tahun 2012.
- b. 4 jenis *muffler* seperti: *Standard Pabrik*, *Straigh Flow*, *Resonance Chamber*, dan *Baffle Silincer*.

### **2. Instrument Penelitian**

Instrumen penelitian yang digunakan dalam pengambilan data adalah :

- a. *Fourgas Analyzer*
- b. *Thermocouple*
- c. *Sound Level Meter*
- d. *Stopwatch*

### 3. Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali putaran engine, yaitu pada putaran 800Rpm, 1500Rpm, 2000Rpm, 2500Rpm dan 3000Rpm dengan waktu pengambilan masing-masing data 60detik pada suhu kerja engine antara 82<sup>0</sup>C-93<sup>0</sup>C. Penelitian ini dilakukan di Workshop Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Sumatera Barat.

### 4. Teknik Analisa Data

Mendiagnosis data dengan rumus dari Lipson (1973: 138) menyatakan:

$$t_2 = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - (\mu_x - \mu_y)}{\sqrt{\frac{(nx-1)s_x^2 + (ny-1)s_y^2}{nx+ny-2} \left( \frac{1}{nx} + \frac{1}{ny} \right)}}$$

Dimana:

T<sub>2</sub> = Harga t untuk sampel yang berbeda

H<sub>0</sub> : [(μ<sub>x</sub> - μ<sub>y</sub>) = 0]

$\bar{x}$  = Rata - rata sampel ke-1

$\bar{y}$  = Rata - rata sampel ke-2

s<sub>x</sub><sup>2</sup> = Standar deviasi sampel 1

s<sub>y</sub><sup>2</sup> = Standar deviasi sampel 2

n<sub>x</sub> dan n<sub>y</sub> = Jumlah sampel

## C. Teori Dasar

### 1. Motor Bensin

Wardan (1989:17) menjelaskan bahwa, "Motor bensin memanfaatkan bensin sebagai bahan bakar untuk menghasilkan tenaga dengan jalan membakar bahan bakar tersebut di dalam ruang bakar. Bensin di masukkan ke dalam silinder, baik dengan menggunakan karburator (untuk menguapkan bensin sehingga dapat masuk ke dalam silinder dalam bentuk gas) ataupun di injeksikan ke dalam silinder secara mekanik ataupun secara elektronik".

Proses pembakaran pada mesin empat langkah adalah reaksi kimia atau reaksi persenyawaan bahan bakar dengan diikuti sinar dan panas yang dapat bereaksi dengan oksigen dan membuat produk yang berupa gas. Menurut Jalius dan Wagino (2008:60) menyatakan bahwa, "Pembakaran merupakan proses oksidasi cepat bahan bakar disertai dengan produksi panas dan cahaya. Ada tiga faktor pembakaran yaitu temperatur, oksigen (udara), dan bahan bakar. Tanpa tiga faktor ini maka pembakaran tidak akan terjadi".

### 2. Sistem Pembuangan Mobil

Sistem pembuangan pada mobil biasanya disebut dengan knalpot (*muffler*) yang berupa pipa panjang yang dilengkapi dengan peranti peredam suara dan juga untuk menyalurkan gas hasil sisa pembakaran yang bertekanan yang masih agak tinggi dan panas yang keluar dari ruang bakar.

#### a. Muffler

Berdasarkan Jurnal Universitas Sumatera Utara mendefinisikan, "*Muffler* adalah suatu komponen sistem pembuangan yang berfungsi untuk mengurangi temperatur, menurunkan tekanan gas pembakaran, juga mengurangi suara dari gas hasil pembakaran *engine*, pada *muffler* terdapat tabung peredam suara yang disebut *silencer*. Secara umum *muffler* pada kendaraan berfungsi untuk mengalirkan gas sisa hasil pembakaran *engine* dan menstabilkan kerja *engine* yang digunakan saat beroperasi".

Ada banyak bentuk tabung peredam *muffler* (*silencer*) yang ada dilapangan, ini bergantung kepada bentuk struktur *engine* kendaraan.

Secara spesifik tabung *muffler* (*silencer*) pada kendaraan berfungsi:

- a. Meredam suara *engine* agar tidak menjadi keras.
- b. Mengurangi keluarnya zat-zat berbahaya dari gas buang kendaraan.
- c. Memperlambat kecepatan gas buang yang keluar dari *muffler*.
- d. Mengalirkan gas panas pembakaran *engine*.

#### b. Bahan *Stainless Steel Muffler*

Pada umumnya *silencer* terbuat dari bahan logam seperti *Mild Steel*, *Stainless Steel* dan *Aluminium*. Menurut Heisler (1995) dalam R.M. Bagus Irawan (2011:51) mengatakan bahwa, "Media katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Media yang biasa digunakan sebagai katalis adalah logam yang mahal seperti *Palladium*, *Platinum* dan *Stainless Steel*."

#### c. Bahan *Glasswool Muffler*

*Glasswool* adalah bahan insulasi bunyi yang baik yang terdiri dari gabungan bahan-bahan kimia dan *Fiber Glass* yang fleksibel, yang membuatnya menyimpan udara dan menghasilkan densitas (massa jenis) yang rendah (Wikipedia Timplex:2011). *Glasswool* ini berupa material yang melekat di dinding bagian dalam *Muffler*, yang nantinya akan bekerja untuk mengurangi temperatur gas buang.

#### d. Jenis dan Konstruksi *Muffler*

R.S Northop mengelompokkan pada empat jenis *muffler* yang dipakai pada kendaraan bermotor, yaitu:

#### 1) *Muffler Standard Pabrik*

Jenis *muffler* ini mempunyai bentuk saluran pipa masuk dan pipa buang saja. Tapi, pada bagian dalam ujung pipa terdapat ruang resonansi untuk bersirkulasinya gas buang. Sekaligus untuk menurunkan tekanan dan temperatur dari gas buang agar menjadi rendah.

#### 2) *Muffler Straigh Flow*

Jenis *muffler* ini mempunyai bentuk saluran pipa gas buang yang berjalan lurus. Konstruksi dari *muffler* jenis ini terdiri dari pipa lurus yang berlubang-lubang dan diredam oleh peredam yang berlapis, yang biasa disebut juga dengan "*Absorption Materials*". Biasanya jenis seperti ini dinamakan dengan "*Knalpot Racing* atau *Sport*".

#### 3) *Muffler Resonance Chamber*

Konstruksi *muffler* jenis ini bagian dari pipa mengalirkan gas buang tidak satu lagi, bagian dalam tabung terdiri dari ruang-ruang. Untuk meredam suara dari tekanan gas buang ini, lubang-lubang dan ruang-ruang yang terdapat dalam tabung *muffler* ini akan mengekspansikan tekanan gas.

#### 4) *Muffler Baffle Silincer*

Konstruksi *muffler* jenis ini bagian dalam dari tabung *muffler* terdiri dari ruang-ruang yang mempunyai saluran masuk berlawanan atau berselang-seling (*zig-zag*). Bentuk dari konstruksi *muffler* ini dapat membuat kinerja *engine* berkurang karena dengan mengurangi kecepatan aliran gas buang yang menghasilkan tekanan balik yang tinggi di dalam ruang *muffler* yang saling berbenturan. Selain itu, tingkat emisi gas buang dan suara yang dihasilkan sangat sedikit.

### 3. Emisi Gas Buang

Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan. Gas buang kendaraan yang dimaksudkan disini adalah gas sisa hasil proses pembakaran dalam *engine*.

Beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya emisi gas buang :

- Sistem bahan bakar
- Sistem pengapian
- Sistem pembuangan
- Konstruksi mesin
- Perawatan kendaraan
- Lama pemakaian kendaraan
- Cara pemakaian kendaraan

Baku mutu udara emisi adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.Kep-35/MENLH/10/1993. Kep.Menhub N0.63 Tahun 1993 yang menjelaskan bahwa, “Untuk motor 2 tak keluaran tahun 2010 kebawah harus memenuhi syarat kandungan karbon monoksida (CO) di emisi gas buangnya hanya sebanyak 4.5% dengan kandungan hidrokarbon (HC) hanya 2400 ppm. Sementara untuk motor 4 tak keluaran tahun 2010 kebawah harus memenuhi syarat kandungan karbon monoksida (CO) dibawah 4.5% dan emisi gas buangnya dengan kandungan hidrocarbon (HC) hanya 1200 ppm”.

### 4. Kebisingan

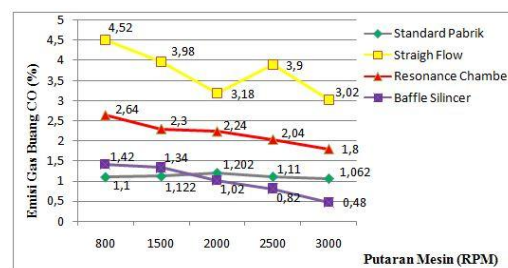
Tingkat kebisingan adalah ukuran energi bunyi yang dinyatakan dalam satuan *decibel* disingkat dB. Baku tingkat kebisingan adalah batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan dan kenyamanan manusia.

Semakin tinggi putaran *engine*, maka suara kebisingan yang akan dihasilkan juga semakin besar. Untuk standar kebisingan yang diperbolehkan pemerintah adalah 80 dB. Sedangkan menurut Sv Szokolay dalam jurnal penelitian Setiawan (2010) kebisingan didefinisikan, “Sebagai getaran-getaran yang tidak teratur, dan memperlihatkan bentuk yang tidak biasa”. Faktor-faktor yang mempengaruhinya antara lain:

- Pola intensitas
- Frekuensi
- Pembangkitan

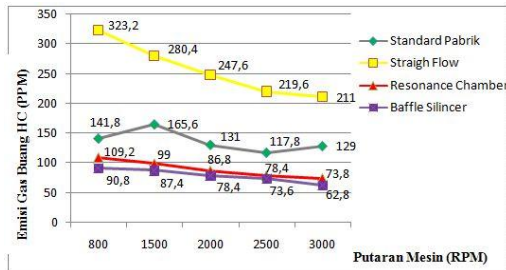
## D. Hasil Pengujian

### 1. Grafik Hasil Data Pengujian Emisi Gas Buang CO



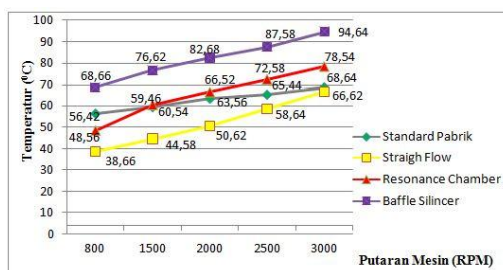
Berdasarkan grafik di atas dari perbedaan pengujian emisi gas buang CO pada berbagai jenis *muffler*, data yang diambil adalah jumlah terendah dari gas buang CO seperti pada putaran *idle* 800 Rpm jumlah CO terendah berada pada *muffler standard pabrik* yaitu 1,1 %, putaran 1500 Rpm jumlah CO terendah berada pada *muffler baffle silincer* yaitu 1,122 %, putaran menengah 2000 Rpm jumlah CO terendah pada *muffler baffle silincer* yaitu 1,02 %, putaran 2500 Rpm jumlah CO terendah berada pada *muffler baffle silincer* yaitu 0,82 %, putaran tertinggi 3000 Rpm jumlah CO terendah pada *muffler baffle silincer* yaitu 0,48 %.

## 2. Grafik Hasil Data Pengujian Emisi Gas Buang HC



Berdasarkan grafik di atas dari perbedaan pengujian emisi gas buang HC berbagai jenis *muffler*, data yang diambil adalah jumlah terendah dari gas buang HC seperti pada putaran *idle* 800 Rpm jumlah HC terendah berada pada *muffler baffle silincer* yaitu 90,8 Ppm, putaran 1500 Rpm jumlah HC terendah berada pada *muffler baffle silincer* yaitu 87,4 Ppm, putaran 2000 Rpm jumlah HC terendah berada pada *muffler baffle silincer* yaitu 78,4 Ppm, putaran 2500 Rpm jumlah HC terendah berada pada *muffler baffle silincer* yaitu 73,6 Ppm, putaran 3000 Rpm jumlah HC terendah berada pada *muffler baffle silincer* yaitu 62,8 Ppm.

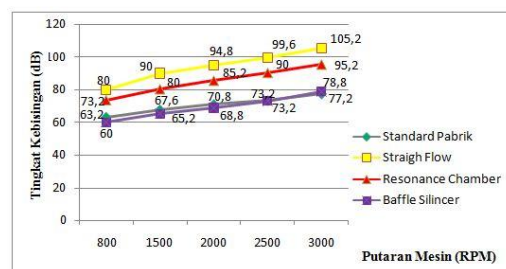
## 3. Grafik Data Hasil Pengujian Temperatur Gas Buang



Berdasarkan grafik di atas dari perbedaan pengujian temperatur aliran gas buang berbagai jenis *muffler*, data yang diambil adalah jumlah temperatur terendah dari gas buang seperti pada putaran *idle* 800 Rpm temperatur gas buang terendah berada pada *muffler*

*straigh flow* yaitu 38,66°C, putaran 1500 Rpm temperatur gas buang terendah berada pada *muffler straigh flow* yaitu 44,58°C, putaran menengah 2000 Rpm temperatur gas buang terendah berada pada *muffler straigh flow* yaitu 50,62°C, putaran 2500 Rpm temperatur gas buang terendah berada pada *muffler straigh flow* yaitu 58,64°C, putaran tertinggi 3000 Rpm temperatur gas buang terendah ada pada *muffler straigh flow* yaitu 66,62°C.

## 4. Grafik Data Hasil Pengujian Tingkat Kebisingan



Berdasarkan grafik di atas dari perbedaan pengujian tingkat kebisingan pada berbagai jenis *muffler*, data yang diambil adalah jumlah tingkat kebisingan terendah seperti pada putaran *idle* 800 Rpm jumlah kebisingan berada pada *muffler baffle silincer* yaitu 60 dB, untuk putaran 1500 Rpm jumlah kebisingan berada pada *muffler baffle silincer* yaitu 65,2 dB, untuk putaran menengah 2000 Rpm jumlah kebisingan berada pada *muffler baffle silincer* yaitu 68,8 dB, untuk putaran 2500 Rpm jumlah kebisingan berada pada *muffler standard pabrik* dan *muffler baffle silincer* yaitu 73,2 °C, untuk putaran tertinggi 3000 Rpm jumlah tingkat kebisingan pada *muffler standard pabrik* yaitu 77,2 dB.

## E. Kesimpulan dan Saran

### 1. Kesimpulan

a. Untuk penggunaan jenis *muffler standard pabrik* didapat emisi gas buang CO 1,14 %, dan HC 137,04 Ppm dengan temperatur gas buang 62,70°C. Untuk penggunaan jenis *muffler straight flow* didapat emisi gas buang CO 3,72 % dan HC 256,36 Ppm dengan temperatur gas buang 51,82°C. Untuk penggunaan jenis *muffler resonance chamber* didapat emisi gas buang CO 2,20 % dan HC 89,44 Ppm dengan temperatur gas buang 65,35°C. Untuk penggunaan jenis *muffler baffle silincer* didapat emisi gas buang CO 0,92 % dan HC 78,6 Ppm dengan temperatur gas buang 82,04°C.

b. Bentuk dan konstruksi dari jenis *muffler* dapat mempengaruhi jumlah kebisingan seperti : pada penggunaan jenis *muffler standard pabrik* didapat tingkat kebisingan sebesar 70,4 dB. Jenis *muffler straight flow* didapat tingkat kebisingan sebesar 93,92 dB. Jenis *muffler resonance chamber* didapat tingkat kebisingan sebesar 84,72 dB. Jenis *muffler baffle silincer* didapat tingkat kebisingan sebesar 69,28 dB.

### 2. Saran

a. Bagi masyarakat atau konsumen pemilik kendaraan bermotor khususnya mobil Toyota Avanza sebaiknya menggunakan jenis *muffler baffle silincer*. Sehingga nantinya diharapkan timbul kesadaran untuk mengurangi dampak pencemaran terhadap lingkungan, khususnya yang bersumber dari kendaraan bermotor.

b. Bagi peneliti selanjutnya supaya bisa melakukan penelitian yang lebih mendalam, misalkan mengenai bahan material yang dipakai dari dalam tabung *muffler (silincer)*.

c. Penelitian ini hanya membahas tentang perbedaan penggunaan berbagai jenis *muffler* terhadap banyaknya emisi gas buang CO dan HC serta besarnya tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh berbagai jenis *muffler*. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat membahas semua jenis emisi gas buang yang dihasilkan mobil seperti CO, HC, CO<sub>2</sub>, dan O<sub>2</sub> untuk mengkaji lebih mendalam lagi pengaruh penggunaan dari berbagai jenis *muffler* terhadap kualitas emisi gas buang dan tingkat kebisingan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anas Sudiyono.(2003). *Pengantar Statistik Dasar*.Jakarta : Raja Grafindo Persada
- Anonim. "Induction, Exhaust, And Turbocharger System Principles". Chapter 3.*Jurnal* Halaman 44.
- Bonnick, Allan. (2008). *Automotive Science and Mathematics*.Burlington : Elsevier.
- Daryanto.(2003). *Motor Bakar Untuk Mobil*.Jakarta : Rineka Cipta dan BimaAdiaksana.
- Donny Fernandez. (2009). "Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Gas Buang Hidrokarbon (HC) dan Karbon Monoksida (CO)". Jurusan Teknik Otomotif, Universitas Negeri Padang. *Jurnal* Halaman 81.
- Elsaadany, Sara. (2012). "Investigation and Optimization of the Acoustic Performance of Exhaust Systems". KTH Competence Center For Gas Exchange. Stockholm, Sweden. *Jurnal* Halaman 1.



- Gupta, H N. (2009). *Fundamental Of Internal Combustion Engines*. Delhi: PHI Learning Private Limited.
- James, DHalderman. (2012). *Automotive Fuel And Emission Control System*. New Jersey. Pearson Education, Inc.
- Jalius Jama dan Wagino.(2008). *Teknologi Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta : Direktorat Pembinaan SMK.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-35/MENLH/10/1993. Kep.Menhub Nomor 63 Tahun 1993. *Tentang Standar Emisi Gas Buang*.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996 (Lampiran A), Tanggal 25 November 1996. *Tentang Baku Tingkat Kebisingan*.
- Lipson, Charles, dkk. (1973). *Statistical Design And Analysis Of Engineering Experiments*. Tokyo: McGraw-Hill.
- Northop, R S. (2002). "*Servis Auto Mobil*". Pustaka Sakti.
- Potente, Daniel. (2005). "*General Design Principles for an Automotive Mufflers*". Proceedings of ACOUSTIC. Busselton, Westem Australia. *Jurnal* Halaman 153-155.
- Pulkrabek, Willard W. (2003). *Engineering Fundamentals of the Internal Combution Engine*. New Jersey: Pearson Prentice-Hall.
- Rahman, M, dkk.(2005). "*Design and Construction of a Muffler for Engine Exhaust Noise Reduction*". Department of Mechanical Engineering, Bangladesh University. *Jurnal* Halaman 1-4..
- Srikandi Fardiaz. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Administratif*. Bandung: Alfabeta
- Tim Penyusun. (2011). *Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang*. Padang: Depdiknas UNP.
- [Toyota. \(2012\). "Avanza Manual Book". Astra International Motor.Tbk.](#)
- Wardan Suyanto. (1989). *Teori Motor Bensin*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Tinggi.
- Wikipedia. (2011). *Teori Reaksi Kimia Glasswool*. Timplex. Pada [:http://livro-ensinomedio.flcf.com.br/quimica/id/chemistry-153.html](http://livro-ensinomedio.flcf.com.br/quimica/id/chemistry-153.html) (diakses 14 Januari 2014).
- Zulfaul Tifano. (2004). "*Pengaruh Posisi Letak Lubang Masuk dan Lubang Keluar Muffler Type Resonant Terhadap Tekanan Gas Buang Mesin Toyota Kijang 5K Produksi Tahun 2000*". Skripsi. Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.