

**PENGARUH PENAMBAHAN *SPONGE STEEL* PADA SARINGAN  
KNALPOT TERHADAP EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR BENSIN  
EMPAT LANGKAH**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Program Strata Satu  
Pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif  
Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Padang*



**Oleh**

**HAZRY RAFIANTO**  
**NIM. 15073039**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2019**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

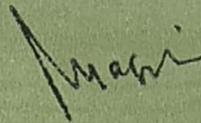
### PENGARUH PENAMBAHAN *SPONGE STEEL* PADA SARINGAN KNALPOT TERHADAP EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR BENSIN EMPAT LANGKAH

Nama : HAZRY RAFIANTO  
NIM/BP : 15073039/2015  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif  
Jurusan : Teknik Otomotif  
Fakultas : Teknik

Padang, 19 Agustus 2019

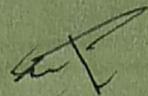
Disetujui Oleh,

Dosen Pembimbing



**Drs. M. Nasir, M.Pd**  
NIP. 19590317 198010 1 001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Otomotif



**Drs. Martias, M.Pd**  
NIP: 19640801 199203 1 002

## PENGESAHAN SKRIPSI

*Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif  
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*

**Judul** : Pengaruh Penambahan *Sponge Steel* Pada Saringan Knalpot Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Bensin Empat Langkah

**Nama** : HAZRY RAFIANTO

**NIM/BP** : 15073039/2015

**Program Studi** : Pendidikan Teknik Otomotif

**Jurusan** : Teknik Otomotif

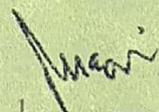
**Fakultas** : Teknik

Padang, 19 Agustus 2019

### Tim penguji

### Tanda Tangan

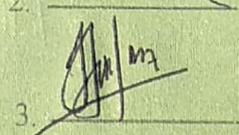
1. Ketua : Drs. M.Nasir, M.Pd

1. 

2. Sekretaris : Dr. Remon Lapisa, S.T, M.T, M.Sc.Tech

2. 

3. Anggota : Ahmad Arif, S.Pd, M.T

3. 

## ABSTRAK

### **Hazry Rafianto : Pengaruh Penambahan *Sponge Steel* Pada Saringan Knalpot Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Empat Langkah**

Peningkatan jumlah sepeda motor dapat menimbulkan dampak negatif yaitu pencemaran udara yang disebabkan oleh kandungan gas berbahaya yang dihasilkan oleh emisi gas buang sepeda motor. Gas buang yang dihasilkan oleh sepeda motor mengandung unsur CO (*carbon monoxide*), HC (*Hydrocarbon*) dan NOx (*Nitrogen Oxide*). Unsur-unsur tersebut bersifat mencemari lingkungan dalam bentuk polutan di udara yang dapat menyebabkan berbagai macam penyakit bagi manusia. Untuk itu perlu adanya inovasi untuk mengurangi kandungan gas berbahaya yang dihasilkan oleh emisi gas buang sepeda motor. Salah satu upaya untuk mengurangi emisi gas buang sepeda motor adalah dengan cara menambahkan *sponge steel* pada saringan knalpot yang berfungsi sebagai *catalytic converter* pada sepeda motor.

*Catalytic converter* pada saluran gas buang saat ini memerlukan biaya yang cukup mahal dalam pembuatannya dan tidak semua kendaraan bermotor khususnya sepeda motor memiliki *catalytic converter*. *Sponge steel* sebagai *catalytic converter* merupakan alat pengendali emisi gas buang yang berfungsi untuk mempercepat oksidasi gas buang yang bertujuan untuk merubah CO menjadi CO<sub>2</sub> dan HC menjadi H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> dengan tidak mempengaruhi keadaan akhir kesetimbangan reaksi maupun komposisi kimia sehingga emisi gas buang yang dihasilkan oleh sepeda motor menjadi lebih ramah lingkungan.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Pengujian dilakukan pada tanggal 8 April 2019 dengan menggunakan objek penelitian sepeda motor Yamaha *Vixion Advance* 2015. Penelitian ini dilakukan dengan cara menambahkan *sponge steel* pada saringan knalpot sebagai *catalytic converter* pada putaran 1300 rpm, 2500 rpm dan 4000 rpm. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa dengan penambahan *sponge steel* pada saringan knalpot terjadi penurunan persentase emisi gas buang CO sebesar 31.9 % dan HC sebesar 36 %. Sedangkan kandungan emisi gas buang CO<sub>2</sub> terjadi peningkatan sebesar 5.7 %.

**Kata Kunci** : *Sponge Steel, Catalytic Converter, Emisi Gas Buang.*

## **ABSTRACT**

### **Hazry Rafianto : The Effect Of Adding Sponge Steel To The Exhaust Filter On Exhaust Emission of a Four-Stroke Motorcycle**

The increase in the number of motorcycle can have a negative impact, namely air pollution caused by content of harmful gases produced by motorcycle exhaust emissions. The exhaust gases emission contains elements of CO ( Carbon Monoxide ), HC ( Hydrocarbon ) and NO<sub>x</sub> ( Nitrogen Oxide ). These elements are polluting the environment in the form of pollutants in the air which can cause various kind of diseases for human. For this reason,an innovation is needed to reduce the harmful gas content produced by motorcycle exhaust gasses emission. One effort to reduce the emission is by adding sponge steel to the exhaust filter that function as a catalityc converter on a motorcycle

The catalityc converter in the exhaust line currently cost quite expensive in its manufacture and not all motorcycle using catalityc converter now. Sponge Steel as a catalityc converter is a means of controlling exhaust emissions that serves to accelerate the oxidation of exhaust gas which aim to convert CO to CO<sub>2</sub> and HC to H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> by not affecting the final state of reaction equilibrium and chemical composition so that the exhaust emission produced by the motorcycle become more enviromentally friendly.

This study uses experimental research methods. Test carried out on April 8, 2019 using an object motrocycle Yamaha Vixion Advance 2015. This research was conducted by adding sponge steel to the exhaust filter as a catalityc converter at 1300 rpm, 2500 rpm and 4000 rpm. From the result of the research, it was found that the addition of sponge steel in the exhaust filter decreased the percentage emission of CO by 31.9 % and HC by 36 %. While the emission of CO<sub>2</sub> increases by 5.7 %.

**Keywords : Sponge Steel, Catalityc converter, Exhaust Gas Emission**

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN SPONGE STEEL PADA SARINGAN KNALPOT TERHADAP EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR BENSIN EMPAT LANGKAH”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi S1 pada Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (FT UNP).

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat masukan berupa arahan dan dorongan baik berupa materil maupun moril dari berbagai pihak.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, MT, selaku Dekan FT UNP
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd, selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
3. Bapak Drs. M. Nasir, M.Pd selaku pembimbing sekaligus Penasehat Akademik.
4. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
5. Seluruh keluarga terutama kedua orang tua yang telah memberikan semangat, dorongan dan motivasi kepada penulis baik secara materil maupun nonmateril.
6. Rekan-rekan mahasiswa yang telah memberi motivasi dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Berkat adanya arahan dan dorongan dari bapak/ibu dan saudara berikan semoga menjadi amalan saleh yang akan dibalas oleh allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karna itu dengan segala hormat, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun demi kemajuan dan kebaikan dimasa yang akan datang.

***Wassalamu'alaikum warah matullahi wabarakatuh***

Padang, 19 Agustus 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| <b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI</b> ..... | i    |
| <b>ABSTRAK</b> .....                    | ii   |
| <b>ABSTRACT</b> .....                   | iii  |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....             | iv   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                 | vi   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....              | viii |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....               | ix   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....            | x    |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                |      |
| A. Latar Belakang Masalah.....          | 1    |
| B. Identifikasi Masalah .....           | 4    |
| C. Batasan Masalah .....                | 5    |
| D. Rumusan Masalah .....                | 5    |
| E. Tujuan Penelitian .....              | 5    |
| F. Manfaat Penelitian .....             | 6    |
| <b>BAB II KAJIAN TEORI</b>              |      |
| A. Deskripsi Teori.....                 | 7    |
| B. Penelitian Yang Relevan .....        | 21   |
| C. Kerangka Berfikir.....               | 23   |
| D. Pertanyaan Penelitian .....          | 24   |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>    |      |
| A. Desain Penelitian.....               | 25   |
| B. Definisi Operasional.....            | 26   |
| C. Objek Penelitian .....               | 27   |
| D. Jenis Dan Sumber Data .....          | 27   |
| E. Instrument Pengumpulan Data .....    | 28   |
| F. Waktu dan tempat penelitian.....     | 28   |

|   |           |
|---|-----------|
| G. Prosedur Penelitian.....                   | 28        |
| H. Teknik dan Alat Pengumpulan Data .....     | 30        |
| I. Teknik Analisa Data .....                  | 31        |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> |           |
| A. Data Hasil Penelitian.....                 | 33        |
| B. Deskripsi Hasil Penelitian .....           | 34        |
| C. Analisa dan Pembahasan.....                | 39        |
| D. Keterbatasan Penelitian .....              | 46        |
| <b>BAB V PENUTUP</b>                          |           |
| A. Kesimpulan .....                           | 48        |
| B. Saran.....                                 | 49        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                   | <b>51</b> |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar  | Halaman |
|---|---------|
| 1. Perbandingan Campuran Bahan Bakar dan Udara.....                 | 10      |
| 2. Grafik Stoikiometri <i>Air Fuel Ratio</i> .....                  | 12      |
| 3. Pengaruh Ignition Timing Terhadap Emisi Gas Buang .....          | 13      |
| 4. Konsentrasi HC Saat Terjadi Pembakaran.....                      | 14      |
| 5. <i>Muffler Cut</i> Knalpot <i>New Vixion Advance</i> .....       | 15      |
| 6. <i>Sponge Steel</i> .....  | 16      |
| 7. Kerangka Berfikir.....   | 23      |
| 8. Skema Penelitian.....  | 30      |
| 9. Diagram Hasil Pengujian CO.....                                  | 35      |
| 10. Diagram Hasil Pengujian CO <sub>2</sub> .....                   | 36      |
| 11. Diagram Hasil Pengujian HC.....                                 | 38      |
| 12. Diagram Hubungan Kadar CO.....                                  | 39      |
| 13. Diagram Persentase Perbandingan Gas Buang CO.....               | 40      |
| 14. Diagram Hubungan Kadar CO <sub>2</sub> .....                    | 42      |
| 15. Diagram Persentase Perbandingan Gas Buang CO <sub>2</sub> ..... | 43      |
| 16. Diagram Hubungan Kadar HC.....                                  | 44      |
| 17. Diagram Persentase Perbandingan Gas Buang HC.....               | 45      |

## DAFTAR TABEL

| Tabel  | Halaman |
|--|---------|
| 1. Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor.....                             | 1       |
| 2. Emisi Gas Buang Yang Dihasilkan Kendaraan Bermotor di Kota Padang ..... | 3       |
| 3. Kadar Emisi Kendaraan Roda Dua Menurut Permen LHK.....                  | 3       |
| 4. Pola Penelitian.....  | 25      |
| 5. Spesifikasi Objek Penelitian .....                                      | 27      |
| 6. Format Pengambilan Data Penelitian.....                                 | 31      |
| 7. Format Pengambilan Data Penelitian.....                                 | 31      |
| 8. Data Hasil Pengujian Dengan Knalpot Standar .....                       | 33      |
| 9. Data Hasil Pengujian Dengan <i>Sponge Steel</i> .....                   | 34      |
| 10. Hasil Pengujian CO.....  | 34      |
| 11. Hasil Pengujian CO <sub>2</sub> .....                                  | 36      |
| 12. Hasil Pengujian HC.....  | 37      |
| 13. Rata-Rata Hasil Pengujian CO.....                                      | 39      |
| 14. Rata-Rata Hasil Pengujian CO <sub>2</sub> .....                        | 42      |
| 15. Rata-Rata Hasil Pengujian HC.....                                      | 44      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran  | Halaman |
|---|---------|
| 1. Surat Izin Penelitian .....                                | 53      |
| 2. Surat Bukti Penelitian .....                               | 54      |
| 3. Dokumentasi Penelitian .....                               | 55      |
| 4. Hasil Penelitian Menggunakan <i>Fourgas Analyzer</i> ..... | 58      |

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Seiring meningkatnya taraf hidup masyarakat Indonesia maka tidak dapat dipungkiri bahwa kebutuhan terhadap sarana transportasi juga meningkat demi kelancaran beraktivitas sehari-hari. Dalam kasus ini permintaan kendaraan bermotor sebagai sarana transportasi akan meningkat khususnya sepeda motor. Seperti yang ditunjukkan dari data Badan Pusat Statistik, jumlah kendaraan bermotor dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Peningkatan jumlah sepeda motor di Indonesia semakin bertambah banyak hingga pada tahun 2017 mencapai 113.030.739 unit sepeda motor atau mengalami peningkatan sebesar 7 % dari tahun sebelumnya. Berikut merupakan data perkembangan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2019:

**Tabel 1. Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia**

| No | Jenis           | Tahun       |             | Pertumbuhan |
|----|-----------------|-------------|-------------|-------------|
|    |                 | 2016        | 2017        |             |
| 1  | Mobil penumpang | 14.580.666  | 15.493.068  | 6 %         |
| 2  | Bus             | 2.486.898   | 2.509.258   | 1 %         |
| 3  | Mobil Barang    | 7.063.433   | 7.523.550   | 6 %         |
| 4  | Sepeda Motor    | 105.150.082 | 113.030.793 | 7 %         |

*Sumber: Badan Pusat Statistik Tahun 2019*

Berdasarkan data di atas, dapat kita lihat bahwa terjadi peningkatan jumlah kendaraan yang pesat khususnya pada sepeda motor. Hal ini akan menimbulkan dampak negatif yaitu pencemaran lingkungan, pencemaran yang dimaksud adalah pencemaran udara yang disebabkan oleh kandungan gas

berbahaya dalam gas buang yang dihasilkan dari pembakaran kendaraan bermotor.

Peningkatan polusi udara dari sektor transportasi sangat signifikan dan berdampak pada kehidupan dan lingkungan saat ini. Sebuah kendaraan dari proses kerjanya dapat menghasilkan polutan berupa gas *Carbon monoksida* (CO), *Hidrokarbon* (HC), *Nitrogen oksida* (NO<sub>x</sub>), *Sulfur Oksida* (SO<sub>2</sub>) dan *Timbal* (Pb) yang sering disebut sebagai polutan primer. Kurangnya pengetahuan masyarakat akan bahaya polusi yang dihasilkan kendaraan bermotor membuat masyarakat seakan tidak peduli dengan apa yang akan terjadi pada lingkungannya. Menurut Srikandi Fardiaz (1998: 93) "Sumber polusi yang utama berasal dari transportasi, dimana hampir 60% dari polutan yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida (CO) dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon (HC)". Sumber-sumber lainnya misalnya proses industri, pembuangan limbah dan lain-lain. Dari data di atas dapat kita ketahui bahwa kendaraan bermotor merupakan penghasil terbanyak polutan yang berbahaya yaitu CO dan HC.

Berikut ini merupakan data emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di kota Padang pada tahun 2018 berdasarkan data dari hasil penelitian Yogi Belian (2018) tentang "Analisis Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Di Kota Padang".

**Tabel 2. Emisi Gas Buang Yang Dihasilkan Kendaraan Bermotor Di Kota Padang**

| No. | Emis Gas Buang  | Jumlah/Tahun(Ton) |
|-----|-----------------|-------------------|
| 1   | HC              | 20.506            |
| 2   | CO              | 90.433            |
| 3   | NO              | 10.083            |
| 4   | CO <sub>2</sub> | 840.150           |

*Sumber: Skripsi Yogi Berlian Tahun 2018*

Dari data di atas dapat kita ketahui bahwa jumlah emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan bermotor sangatlah tinggi sehingga dapat menyebabkan efek negatif bagi lingkungan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan ( LHK ) No. 10/2012, kendaraan roda dua dengan kategori L3 dengan kapasitas silinder lebih besar atau sama dengan 150 cc hanya boleh menghasilkan 0,3 gr/km hidrokarbon ( HC ), 0,15 gr/km nitrogen oksida ( NO<sub>x</sub> ) dan 2,0 gr/km karbon monoksida ( CO ). Adapun kendaraan roda dua dengan kategori L3 dengan kapasitas silinder kurang dari 150 cc hanya boleh menghasilkan 0,8 gr/km HC, 0,15 gr/km NO<sub>x</sub> dan 2 gr/km CO.

Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 3. Kadar Emisi Kendaraan Roda Dua Menurut Permen LHK**

| No. | Kategori                 | Parameter       | Nilai Ambang Batas ( gr/km ) |
|-----|--------------------------|-----------------|------------------------------|
| 1.  | L3 < 150 cm <sup>3</sup> | CO              | 2,0                          |
|     |                          | HC              | 0,8                          |
|     |                          | NO <sub>x</sub> | 0,15                         |
| 2.  | L3 > 150 cm <sup>3</sup> | CO              | 2,0                          |
|     |                          | HC              | 0,3                          |
|     |                          | NO <sub>x</sub> | 0,15                         |

*Sumber : Permen LHK No.10 Tahun 2012*

Dari peraturan kementrian lingkungan hidup dan kehutanan di atas dapat disimpulkan bahwa gas buang yang dihasilkan dari pembakaran kendaraan bermotor harus memiliki nilai CO dan HC serendah mungkin.

Untuk menghasilkan gas buang serendah mungkin dari pembakaran kendaraan bermotor harus ada inovasi/teknologi baru dari produsen kendaraan bermotor agar dapat mereduksi emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan bermotor. Salah satu cara untuk mengurangi konsentrasi CO dan HC yang dihasilkan dari pembakaran kendaraan bermotor adalah dengan menambah katalitik konverter. Menambah katalitik konverter pada saluran knalpot berfungsi untuk menurunkan emisi gas buang yang beracun. Namun kendaraan bermotor yang menggunakan katalitik konverter memiliki harga yang sangat mahal sehingga tidak semua sepeda motor memiliki katalitik konverter. Harga knalpot dengan dilengkapi katalitik konverter dipasaran bisa mencapai jutaan rupiah. Oleh sebab itu penulis ingin membuat suatu penelitian menggunakan *sponge steel* yang nantinya akan memiliki peran sebagai pengganti katalitik konverter pada saringan knalpot kendaraan bermotor. Dipasaran *sponge steel* harganya sangat murah dan terjangkau, penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi knalpot yang nantinya dapat mereduksi emisi gas buang dengan biaya seminimal mungkin agar bisa di nikmati semua lapisan masyarakat.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas dapat diidentifikasi masalah-masalah, yaitu sebagai berikut :

1. Peningkatan jumlah kendaraan akan menimbulkan peningkatan polusi udara oleh emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan.
2. Mahalnya harga peralatan untuk mengurangi emisi gas buang membuat masyarakat enggan untuk menggunakan peralatan yang dapat mereduksi polutan yang berbahaya bagi lingkungan.
3. Kurangnya pengetahuan pada masyarakat tentang emisi gas buang sepeda motor membuat masyarakat tidak peduli dengan gas buang yang dihasilkan oleh sepeda motor.

### **C. Batasan Masalah**

Agar penelitian ini tidak menyimpang dari permasalahan yang diteliti, maka penelitian akan dibatasi permasalahannya pada “Pengaruh penambahan *sponge steel* pada saringan knalpot terhadap emisi gas buang sepeda motor empat langkah”.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah diatas, maka diperlukan suatu perumusan masalah agar penelitian ini dilakukan secara terarah. Adapun perumusan masalah yang diteliti adalah seberapa besar pengaruh penambahan *sponge steel* pada saringan knalpot terhadap emisi gas buang sepeda motor empat langkah.

### **E. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan *sponge steel* pada saringan knalpot terhadap emisi gas buang sepeda motor empat langkah.

2. Mengetahui seberapa besar perubahan kandungan emisi gas buang pada sepeda motor empat langkah setelah ditambahkan *sponge steel* pada saringan knalpot.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti, salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana pendidikan di Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bagi pembaca, sebagai penambah wawasan mengenai pengaruh penambahan *sponge steel* pada saringan knalpot terhadap emisi gas buang sepeda motor empat langkah.
3. Memberikan sumbangan pemikiran kepada produsen sepeda motor untuk menghasilkan sepeda motor yang ramah lingkungan.

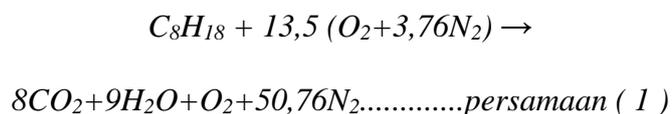
**BAB II**  
**KAJIAN TEORI**

**A. Deskripsi Teori**

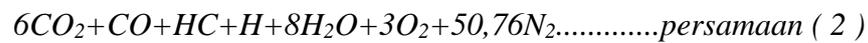
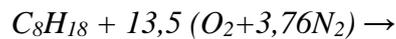
**1. Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor**

Emisi gas buang merupakan polutan di udara yang dihasilkan dari sisa pembakaran campuran bahan bakar dan udara bersih dengan komposisi 1:14,7 sehingga tercipta pembakaran yang efisien. Menurut Erzeddin Alwi (2014 : 44) menjelaskan bahwa “campuran bensin dan udara untuk tingkat polusi yang paling rendah adalah 1:14,7 atau dalam liter disebutkan 1 liter bensin secara ideal bercampur dengan 11500 liter udara.” Dari pembakaran tersebut tentu saja menghasilkan sisa-sisa pembakaran yang jika tidak dilakukan perlakuan yang tepat dapat mencemari lingkungan. Wardan (1989:345) mengemukakan bahwa emisi gas buang adalah polutan yang mengotori udara yang dihasilkan dari gas buang kendaraan.

Adapun emisi gas buang ini terjadi karena pembakaran yang tidak sempurna. Pada reaksi pembakaran yang sempurna tidak akan ditemukan gas yang beracun bagi tubuh yaitu gas CO dan HC. Seperti reaksi berikut:



Akan tetapi jika pembakaran tidak sempurna maka mungkin akan timbul reaksi seperti berikut:



Dari pendapat ahli di atas dapat penulis simpulkan bahwa emisi gas buang merupakan gas yang dihasilkan dari sisa-sisa pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang tidak terbakar sempurna di dalam ruang bakar.

## 2. Kandungan Emisi Gas Buang

### a) Karbon monoksida (CO)

Menurut Bahrul Amin (2013:185) "Gas CO dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna diakibatkan dari kekurangan oksigen pada pembakaran (campuran gemuk)." Begitu juga menurut Wardan (1989:345) didalam bukunya menjelaskan bahwa CO tercipta dari bahan bakar yang terbakar sebahagian. Akibat pembakaran yang tidak sempurna atau pencampuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya/gemuk (kekurangan oksigen)".

CO merupakan gas berbahaya yang tidak seharusnya lepas ke udara luar dan menyatu diudara bebas dalam jumlah yang banyak, oleh karna itu harus dilakukan penyetelan yang tepat pada campuran bahan bakar dan udara sehingga tidak terjadi kekurangan oksigen saat terjadinya pembakaran.

### b) *Hydrocarbon (HC)*

Menurut Bahrul Amin (2013:186), "Uap bensin yang mengalami oksidasi mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna sehingga bensin yang tidak terbakar ini akan keluar dari ruang bakar dalam

bentuk HC". Sedangkan Menurut Wardan (1998:345) "*hydrocarbon* atau HC adalah emisi yang timbul karna bahan bakar yang yang belum terbakar tetapi sudah keluar bersama gas buang menuju *atmosfer.*"

Dari penjelasan ini dapat kita ketahui bahwasanya *hydrocarbon* dihasilkan dari pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna, yakni bahan bakar yang belum terbakar akan terdorong keluar pada langkah buang. Hal ini terjadi disebabkan oleh sistem pembakaran pada mesin yang bekerja tidak baik lagi.

c) *Nitrogen Oksida (NOx)*

Bahrul Amin (2013:187) menjelaskan "NOx terjadi karena reaksi molekul *nitrogen* dan *oxygen* pada suhu yang tinggi(1800°C)" sementara itu Wardan (1989:346) mengemukakan bahwa "*oksida nitrogen* atau disingkat dengan NOx adalah emisi yang dihasilkan oleh pembakaran yang terjadi pada suhu yang tinggi".

Dari penjelasan ini dapat kita ketahui bahwa NOx akan terlihat ketika suhu kerja mesin sudah tinggi atau pada RPM yang tinggi, sehingga menimbulkan reaksi pada molekul *oxygen* dan *nitrogen*.

### **3. Proses Terjadinya Emisi Gas Buang Pada *Gasoline Engine***

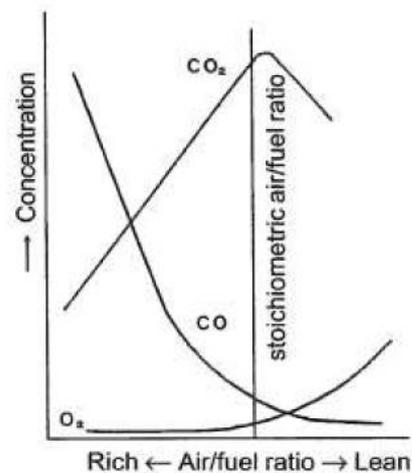
Ketika campuran bahan bakar dengan udara dalam *combustion chamber* dibakar, akan menghasilkan gas tidak berbahaya N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, dan CO<sub>2</sub>, tetapi bersamaan dengan itu, dihasilkan juga gas yang berbahaya CO, HC sebagai (akibat pembakaran yang tidak sempurna), dan NOx sebagai

(akibat suhu pembakaran yang terlampau tinggi). Udara yang masuk kedalam *combustion chamber* biasanya mengandung 80%  $N_2 + O_2$  yg diperlukan utk proses pembakaran. Ketika  $N_2$  terbakar, ia bereaksi terhadap  $O_2$ , maka terjadilah  $NO_x$ .

a) *Carbon Monoksida (CO)*

CO dihasilkan oleh pembakaran yang tidak sempurna akibat dari kurangnya udara :  $2C + O_2 = 2CO$

Tetapi apabila pasokan udara cukup, maka pembakaran sempurna, sehingga :  $C + O_2 = CO_2$

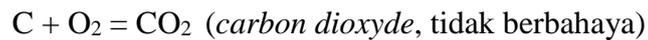


**Gambar 1.** Perbandingan Campuran Bahan Bakar dan Udara  
(*Mitsubishi emission control, 2006:2*)

Untuk menurunkan CO, diperlukan campuran udara kurus (*lean*), tetapi akibatnya HC akan naik karena terjadi *misfire* (pembakaran yang gagal).

b) *Hydrocarbon* (HC)

Hampir semua bahan bakar pada dasarnya terdiri dari bermacam-macam *hydrocarbon*. Apabila terbakar dengan sempurna di dalam *combustion chamber*, maka :



sedangkan  $2H_2 + O_2 = 2H_2O$  (air tidak berbahaya) HC yang keluar dari *exh pipe* terjadi karena gas  $H_2$  dan C yang tidak terbakar sempurna.

Penyebab terbentuknya HC, antara lain:

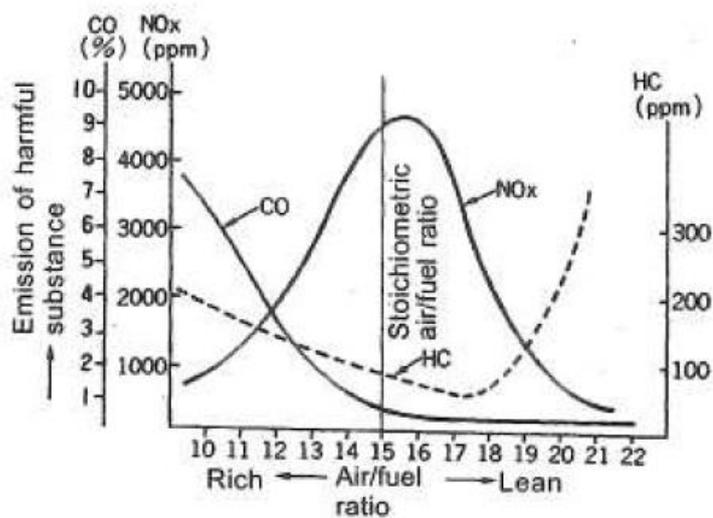
- 1) Ketika percikan api keluar dari *sparkplug*, campuran bahan bakar-udara mulai terbakar dan menghasilkan api, tetapi api tersebut sebagian tidak mencapai dinding *cylinder* atau mati di jalan, akibat dari suhu dinding *cylinder* yang rendah. Gejala ini disebut “*Quenching zone/layer*”. Gas yang tidak terbakar (*un-burnt gas*) tsb. akan keluar pada langkah *exhaust* ke udara luar melalui *exhaust pipe*.
- 2) Ketika *deceleration/acceleration* pedal dilepas, maka terjadi kevakuman yang kuat di bawah *throttle valve* (*carburettor*), akibatnya campuran bahan bakar jadi kaya (*rich mixture*), sehingga terjadi *un-burnt gas*.
- 3) Ketika mesin masih dingin, bahan bakar sulit menjadi gas/uap, sehingga sulit terbakar, terjadilah *un-burnt gas*.

#### 4. Faktor-Faktor Yang Mengakibatkan Terjadinya Emisi Gas Buang

Menurut Mitsubishi *emission control system* (2006 :3) “Terjadinya emisi sangat berkaitan erat dengan *air/fuel ratio*, *ignition timing*, mutu bahan bakar, konstruksi *engine* dan lainnya”.

##### a) Faktor *Air-Fuel Ratio*.

Pengaruh *air fuel ratio* terhadap jumlah CO, HC, NOx terlihat seperti dalam grafik di bawah ini :



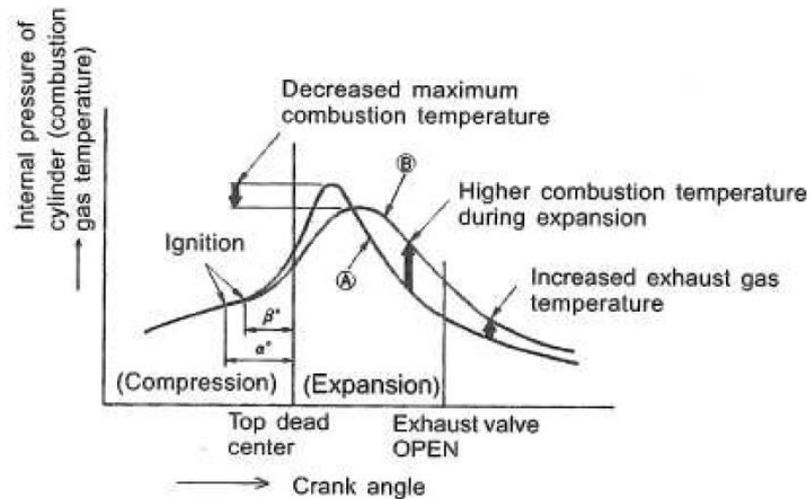
**Gambar 2.** Grafik Stoikiometri *Air Fuel Ratio*

(Mitsubishi *emission control*, 2006:3)

Campuran yang ideal bahan bakar : udara adalah =1:15 (dalam satuan berat), campuran ideal ini disebut *stoichiometric*. Apabila *air fuel ratio* sedikit lebih tipis dari pada yang ideal, maka CO dan HC akan berkurang, tetapi NOx akan naik. Bila lebih ditipiskan lagi, maka NOx turun drastis, tetapi HC naik drastis pula akibat dari terjadinya *misfire*. Jadi terjadinya CO, HC dan NOx selalu bertentangan. Kenyataan ini yang selalu harus menjadi pertimbangan/ perhatian harus diambil atau

dicari titik keseimbangannya. didalam mesin pembakaran dalam, perubahan tekanan berbanding lurus dengan perubahan temperatur.

### b) Pengaruh *Ignition Timing*

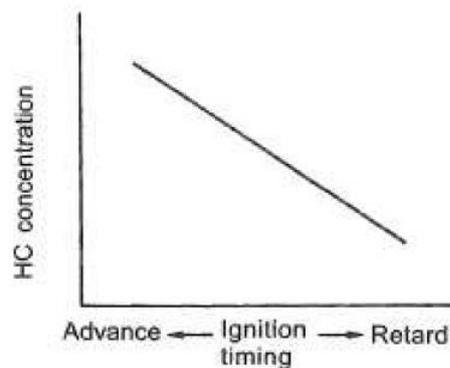


**Gambar 3.** Pengaruh *Ignition Timing* Terhadap Emisi Gas Buang (Mitsubishi, 2006:3)

*Ignition timing* sangat mempengaruhi efisiensi pembakaran. Ignition pada  $\alpha^\circ$  menghasilkan grafik *temperature* atau tekanan A, inilah *ignition timing* yang terbaik atau ideal. Bila *ignition timing* diperlambat menjadi  $\beta^\circ$ , maka grafiknya menjadi B, di mana tekanan maksimum yang dihasilkan lebih rendah dan waktu yang diperlukan untuk membakar bahan bakar jadi lebih lama. Perhatikan grafik B, Bila temperatur maksimal hasil pembakaran dalam lebih rendah, maka NOx akan lebih rendah. Panas pada langkah expansi/ kerja tidak cepat turun, sehingga HC dapat turun.

Apabila *ignition timing* diperlambat (*retarded*), HC akan turun. Hal ini disebabkan proses pembakaran *fuel* dalam *combustion chamber*

lebih lama sehingga *temperature* di dalam *combustion chamber* maupun di dalam *exhaust system* (*exh manifold, exh pipe, muffler, dll*) bertahan pada level yang relatif tinggi terus (tidak segera turun panasnya), maka HC pun turun.



**Gambar 4.** Konsentrasi HC Saat Terjadi Pembakaran  
(Mitsubishi, 2006:4)

**c) Pengaruh Konstruksi dan Spesifikasi *Engine* Terhadap Emisi Gas Buang Yang Dihasilkan.**

Menurut Mitsubishi *emission control system* (2006 : 4) “*Volume cylinder, compression ratio, bentuk atau luas combustion chamber, bentuk atau luas permukaan piston, valve timing, exhaust system, dan sebagainya* sangat mempengaruhi kandungan emisi yang dihasilkan”.

Faktor di bawah ini, adalah hal dasar yang harus diperhatikan oleh para *designer* utk mengurangi emisi :

- 1) Semakin besar perbandingan antara luas permukaan (*surface*) *combustion chamber* : *volume combustion chamber* (S : V) pada TDC, maka kadar HC akan semakin banyak. Demikian juga apabila

*oxidation* (pembakaran kembali dalam *exh syst*) turun, kadar HC akan semakin banyak pula.

2) NO<sub>x</sub> akan semakin banyak seiring dengan kenaikan *temperature* dalam *cylinder/combustion chamber*.

## 5. Knalpot

Menurut pendapat Jalius dan Wagino (2008:299) mengemukakan bahwa “Gas buang sepeda motor keluar disalurkan melalui knalpot ke udara luar”. Toyota *Step 1* (1995:3) mengatakan bahwa “Knalpot berfungsi untuk meredam suara agar suara yang keluar dari pipa pembuangan menjadi lembut”. Ledakan pembakaran campuran bahan bakar dan udara berlangsung begitu cepat di ruang bakar. Ledakan ini menimbulkan suara yang sangat bising. Untuk meredam suara gas sisa hasil pembakaran yang keluar dari *exhaust valve* tidak langsung dilepas ke udara terbuka. Gas buang disalurkan terlebih dahulu ke dalam peredam suara atau *muffler* di dalam knalpot.



**Gambar 5:** *Muffler Cut* Knalpot New Vixion Advance

Perkembangan teknologi terhadap knalpot menurut Lovinska (2012) bahwa “Knalpot 4 Tak berfungsi untuk menurunkan suhu akibat kompresi”. Selain itu knalpot pada mesin 4 Tak juga berfungsi sebagai pengatur *turbulence* yang akan menghasilkan tekanan balik untuk membantu kompresi bahan bakar walau hanya sedikit peranya. Knalpot mesin 4T dan 2T berbeda *system* kerja dan fungsinya, dalam mesin 2T knalpot sangat penting peranya. Turbulensi dalam knalpot 2T berperan penting untuk membantu kompresi bahan bakar di ruang bakar karena turbulensi ini akan menghasilkan tekanan balik ke ruang bakar, tetapi perhitungan turbulensi udara dalam knalpot ini tidak sembarangan harus ada perhitungan yang tepat. Seperti komponen pada mesin 4T seperti diameter *valve*, lama waktu *valve* membuka dan menutup.

#### 6. *Sponge Steel* dan Hubungannya Dengan Emisi Gas Buang

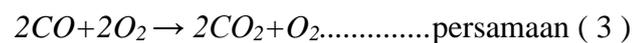


**Gambar 6:** *Sponge Steel*

*Sponge steel* adalah alat perkakas dapur yang digunakan untuk menggosok panci yang berkarat. *Sponge steel* terbuat dari *stainless steel* dengan kategori *martensitic* dimana jenis ini terbuat dari komposisi dengan kandungan kromium sebesar 10.5-18 % dan karbon dengan jumlah besar. Menurut Susanto dalam Susangko Leksono (2014) *Stainless steel*

memiliki kandungan kromium sebanyak 10,5% dengan adanya kandungan tersebut diharapkan dapat melakukan proses oksidasi pada gas buang, *stainless steel* merupakan logam transisi yang cukup efektif dalam mereduksi polutan CO dan HC karena pada umumnya logam transisi mempunyai orbital d pada ion logamnya yang masih terisi sebagian.

*Sponge steel* akan dililitkan pada saringan knalpot. *Sponge steel* disini bersifat sebagai katalis oksidasi. Katalis oksidasi berfungsi mengubah senyawa hidrokarbon yang tidak terbakar di ruang bakar dan karbon monoksida menjadi karbon dioksida dan uap air. Caranya dengan mengalirkan gas oksigen kedalam *sponge steel* sehingga sisa senyawa hidrokarbon dan karbon monoksida akan bereaksi dengan oksigen. Pada proses ini, laju reaksi yang terjadi antara HC dan CO dengan Oksigen dipercepat oleh katalis *chromium*. Berikut ini merupakan persamaan reaksi yang terjadi ketika proses oksidasi antara CO dan HC dengan O<sub>2</sub> bereaksi :



Dari proses oksidasi yang dilakukan oleh *sponge steel* maka akan dihasilkan gas buang yang tidak beracun lagi bagi lingkungan.

Dari keterangan di atas dapat disimpulkan bahwa *Sponge steel* merupakan material yang terbuat dari *stainless steel* yang memiliki setidaknya 10,5 % kandungan kromium dimana dengan adanya kandungan ini diharapkan dapat menjadi *catalytic converter* pada knalpot

sehingga akan menyebabkan proses oksidasi pada kandungan HC dan CO pada gas sisa hasil pembakaran.

## 7. *Stainless Steel*

*Stainless Steel* (SS) adalah paduan besi dengan minimal 10.5% kromium. Komposisi ini membentuk *protective layer* (lapisan pelindung anti korosi) yang merupakan hasil oksidasi oksigen terhadap krom yang terjadi secara spontan.

Meskipun seluruh kategori SS didasarkan pada kandungan krom (*Cr*), namun unsur paduan lainnya ditambahkan untuk memperbaiki sifat-sifat SS sesuai aplikasi-nya. Kategori SS tidak halnya seperti baja lain yang didasarkan pada persentase karbon tetapi didasarkan pada struktur metalurginya. Menurut Muharam, dkk. (2012) empat golongan utama SS adalah *Austenitic*, *Ferritic*, *Martensitic* dan *Duplex*.

### a. Keuntungan menggunakan *stainless steel* :

1. Tahan korosi yang tinggi, yang memungkinkan untuk digunakan dalam lingkungan yang ketat.
2. Api dan tahan panas memungkinkan untuk melawan scaling dan mempertahankan kekuatan pada temperatur tinggi.
3. Higienis, tidak berpori, permukaan ditambah dengan kemampuan membersihkan dengan mudah dari stainless membuatnya pilihan utama untuk aplikasi yang memerlukan kontrol kebersihan yang ketat, seperti rumah sakit, dapur, dan tanaman pangan lainnya.

4. Estetika penampilan, memberikan penampilan yang modern dan menarik untuk aplikasi logam yang paling arsitektur.
  5. Cerah, dan mudah dipelihara permukaan sehingga pilihan yang mudah untuk aplikasi yang menuntut permukaan menarik setiap saat.
  6. Keuntungan dari kekuatan yang memungkinkan untuk digunakan dengan ketebalan material berkurang selama nilai konvensional, sering kali menghasilkan penghematan biaya.
  7. Kemudahan fabrikasi karena penggunaan modern pembuatan baja teknik yang memungkinkan *stainless steel* yang akan dipotong, mesin, dibuat, dilas, dan terbentuk, sama mudahnya seperti baja tradisional.
  8. Ketahanan terhadap dampak bahkan pada variasi suhu ekstrim.
  9. Nilai jangka panjang yang dibuat oleh siklus hidup panjang manfaatnya sering menghasilkan pilihan bahan yang paling murah jika dibandingkan dengan logam lainnya.
- b. Kerugian Menggunakan *Stainless Steel*
1. Tinggi biaya awal, terutama ketika logam alternatif yang dipertimbangkan.
  2. Kesulitan dalam fabrikasi. Ketika mencoba untuk membuat *stainless steel* tanpa menggunakan mesin teknologi tinggi dan teknik yang tepat, dapat menjadi logam sulit untuk ditangani. Hal ini sering dapat menghasilkan limbah mahal dan kembali bekerja.

3. Kesulitan dalam pengelasan karena disipasi yang cepat panas yang juga dapat menghasilkan potongan hancur atau biaya pemborosan tinggi.
4. Tinggi biaya pemolesan akhir dan finishing.

## 8. *Catalytic Converter*

*Catalytic Converter* merupakan salah satu alternatif teknologi yang dapat digunakan untuk menurunkan polutan dari emisi kendaraan bermotor, khususnya untuk motor berbahan bakar bensin (Heisler, 1995). *Catalytic Converter* berfungsi untuk mempercepat oksidasi emisi hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO), serta mereduksi nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>). Tujuan pemasangan *catalytic converter* adalah merubah polutan-polutan yang berbahaya seperti CO, HC, dan NO<sub>x</sub> menjadi gas yang tidak berbahaya, seperti karbondioksida (CO<sub>2</sub>), uap air (H<sub>2</sub>O) dan nitrogen (N<sub>2</sub>) melalui reaksi kimia. Pengkonversian polutan-polutan berbahaya tersebut tergambar pada reaksi sebagai berikut:

1.  $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$
2.  $\text{HC} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
3.  $\text{NO}_x \rightarrow \text{N}_2 + \text{O}_2$

Pada reaksi nomor 1 dan 2 terjadi reaksi oksidasi (penambahan oksigen), sedangkan pada reaksi nomor 3 memerlukan pengeluaran oksigen (reduksi).

*Catalytic converter* terdiri atas bahan-bahan yang bersifat katalis yaitu bahan yang bisa mempercepat terjadinya reaksi kimia yang tidak

mempengaruhi keadaan akhir kesetimbangan reaksi dan komposisi kimia katalis tersebut tidak berubah. Bahan dasar dari *catalytic converter* adalah logam katalis. Logam katalis yang biasa digunakan adalah *Platinum* (Pt), *Chromium* (Cu) dan *Rhodium* (Rh). Alasan pemilihan bahan ini karena *Platinum* dan *Chromium* mempunyai keaktifan yang tinggi selama proses oksidasi karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC), sedangkan *Rhodium* sangat aktif selama proses reduksi nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>).

## **B. Penelitian yang Relevan**

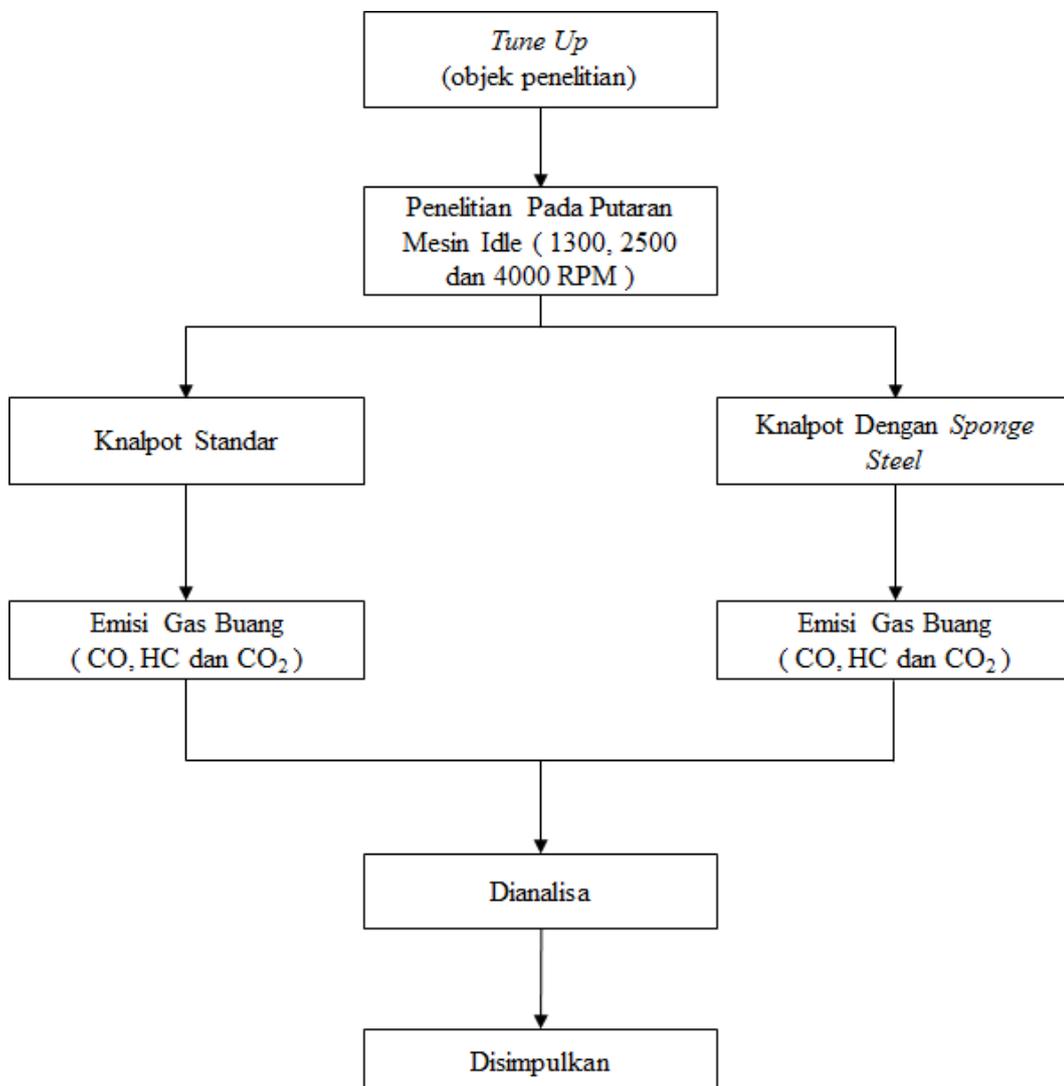
Penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan penulis lakukan diantaranya sebagai berikut:

1. Dwi Haryanto (2010) dengan judul penelitian “Pengaruh Pemasangan Gypsum pada Knalpot dan Putaran Mesin Terhadap Kadar Emisi Gas Buang CO Pada Sepeda Motor Yamaha Mio AT Tahun 2010” dengan hasil penelitiannya yaitu kadar emisi gas buang CO paling rendah sebesar 5,57% *volume* pada penggunaan gipsum tebal 10 mm.
2. Heri Purnomo (2014) dengan judul “ Pengaruh Knalpot *Catalytic Converter* dengan Katalis Tembaga (Cu) Berlapis Mangan (Mn) Terhadap Gas Buang Pada Honda Supra X 100 CC” dengan hasil Penelitian terdapat reduksi konsentrasi emisi gas CO yaitu dari rata-rata konsentrasi 8,17% menjadi 4,28 % dan kandungan emisi gas buang HC dari rata-rata 229,50 ppm menjadi 177,67 ppm .

Adapun perbedaan penelitian yang akan peneliti lakukan dibandingkan penelitian relevan diatas ialah bahan atau senyawa yang berbeda yang digunakan sebagai pengganti katalitik konverter pada kanalpot yaitu *sponge steel*.

### C. Kerangka Berfikir

Penelitian ini akan dicari pengaruh pada emisi gas buang sepeda motor yang diberikan perlakuan dengan menambahkan *sponge steel* pada saringan knalpot dan yang tidak diberikan perlakuan atau Standar. Secara lebih jelas kerangka berpikir penelitian ini dapat digambarkan dalam diagram kerangka berpikir seperti terlihat di bawah ini :



**Gambar 7.** Kerangka Berfikir

#### **D. Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah serta kerangka berfikir diatas maka pertanyaan penelitian pada penelitian ini adalah “Apakah dengan menambahkan *Sponge Steel* pada saringan knalpot akan mampu menurunkan kadar emisi gas buang pada kendaraan ?”.

## BAB V

### PENUTUP

Pada bagian sebelumnya telah dibahas secara luas yang berkaitan dengan analisis terhadap data penelitian dan pembahasannya. Pada bab ini akan dikemukakan tentang kesimpulan dari hasil penelitian beserta saran penelitian.

#### A. Kesimpulan

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

1. Setelah dilakukan pengujian kadar emisi gas buang sepeda motor menggunakan alat uji emisi *fourgas analyzer*, setelah dicari rata-ratanya kemudian dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif dengan perhitungan presentase, bahwa dengan penambahan *sponge steel* pada saringan knalpot sebagai *catalyst converter* pada sepeda motor **dapat menurunkan emisi gas CO sebesar 1.16 point atau sebesar 31.9 %** bila dibandingkan dengan emisi gas CO sepeda motor yang menggunakan knalpot standar. Untuk emisi gas CO<sub>2</sub> setelah diambil rata-ratanya dan kemudian dianalisis menggunakan perhitungan presentase, kemudian dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan menambahkan *sponge steel* pada saringan knalpot sebagai *catalyst converter* pada sepeda motor **dapat meningkatkan kadar emisi gas CO<sub>2</sub> sebesar 0.58 point atau sebesar 5.7 %** bila dibandingkan dengan emisi gas buang sepeda motor yang

menggunakan knalpot standar, sedangkan kandungan emisi gas buang HC yang dihasilkan setelah menambahkan *sponge steel* pada saringan knalpot sebagai *catalyst converter* pada sepeda motor **dapat menurunkan kadar emisi gas HC sebesar 157.2 point atau sebesar 36 %** bila dibandingkan dengan emisi gas buang HC sepeda motor yang menggunakan knalpot standar.

2. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa *sponge steel* yang merupakan alat perkakas dapur yang memiliki harga murah dapat dijadikan sebagai alternatif *catalyst converter* untuk mereduksi emisi gas buang yang dihasilkan oleh sepeda motor.
3. Penurunan emisi gas buang HC dan CO terjadi karena *sponge steel* dengan kandungan *chromium* yang dimilikinya mampu mempercepat laju reaksi antara kandungan HC dan CO dengan bantuan panas mesin yang ada pada knalpot terhadap Oksigen sehingga menghasilkan kandungan gas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

## **B. Saran**

Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian ini, pada prinsipnya masih terdapat kekurangan. Untuk itu perlu beberapa hal yang akan penulis sarankan untuk penelitian sejenis kedepannya, hal ini adalah:

1. Perlu penelitian lebih lanjut tentang penambahan sponge steel sebagai *catalyst converter* yang berbeda terhadap variabel-variabel yang lain, seperti daya dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor.
2. Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis, sangat baik jika dianalisa faktor-faktor atau variabel-variabel lain yang mempengaruhi emis gas buang seperti jenis bahan bakar.
3. Perlu dilakukannya pengukuran suhu knalpot sebagai variabel kontrol untuk penelitian atau eksperimen di masa yang akan datang
4. Penggunaan *sponge steel* sebagai *catalyst* dalam jangka panjang perlu dilakukan perawatan dan pengecekan karena *catalyst* dapat tersumbat bila dipakai terus menerus.

## Lampiran 1. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

FAKULTAS TEKNIK

Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171  
Telp. (0751) 7055644, 445118 Fax (0751) 7055644, 7055628  
website : www.ft.unp.ac.id e-mail : info@ft.unp.ac.id

### IZIN MELAKUKAN PENELITIAN

Nomor : 1279/UN35.2.1/LT/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, dengan ini memberi izin kepada mahasiswa yang tersebut di bawah ini :

Nama : HAZRY RAFIANTO  
BP/NIM : 2015 / 15073039  
Prodi : Pendidikan Teknik Otomotif  
Jenjang : S1  
Program

Untuk melakukan Penelitian di workshop Otomotif UNP Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang dilaksanakan pada tanggal 08 April 2019 s/d 09 Mei 2019 dengan judul Skripsi/Tugas Akhir "Pengaruh Penambahan Sponge Steel Pada Saringan Knalpot Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Bensin Empat Langkah".

Demikian surat izin ini dikeluarkan untuk dapat dipergunakan dengan sebaik-baiknya.

Catatan :  
Bpk. Ka. Labor.  
Tolong kita bantu analisisnya  
dan pengantarnya data 23/4/19

Padang, 11 April 2019  
Dekan,  
  
Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., MT.  
NIP. 19591204 198503 1004

## Lampiran 2. Bukti Selesai Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF

Jalan Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar, Padang 25131 Telp. (0751) 7055922



### SURAT BUKTI PENELITIAN

Dinyatakan telah melakukan penelitian di Laboratorium/Workshop Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang dilaksanakan pada tanggal 8 April – 9 Mei 2019 atas mahasiswa di bawah ini :

Nama : **HAZRY RAFIANTO**  
Nim/Bp : 15073039/2015  
Program studi : Pendidikan Teknik Otomotif  
Jurusan : Teknik Otomotif  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan *Sponge Steel* Pada Saringan Knalpot Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Empat Langkah

Padang, Mei 2019

Diketahui

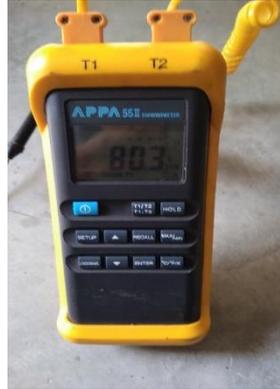
Teknisi Labor/Workshop  
Jurusan Tek. Otomotif

Riial Mukhtar, S.Pd

Peneliti

HAZRY RAFIANTO  
NIM. 15073039

### Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian



Gambar. Pengukuran temperatur mesin menggunakan *thermometer*



Gambar. Pengujian dengan variasi putaran mesin 1300,2500 dan 4000 RPM



**Gambar. Fourgas Analyzer**



**Gambar. Proses Pembelahan Knalpot Vixion Advance 2015**



**Gambar. Penambahan *Sponge Steel* Pada Saringan Knalpot**

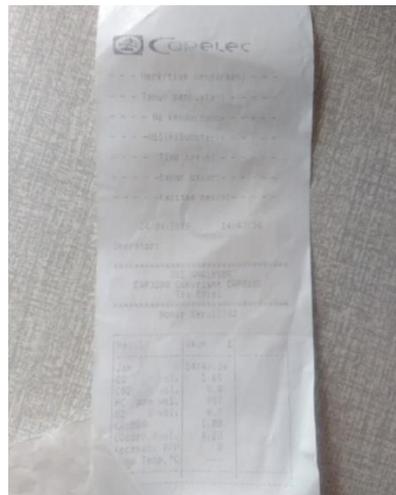
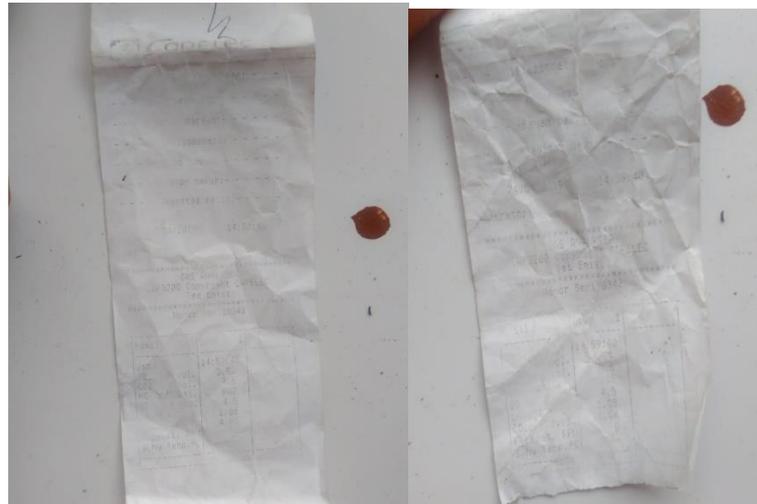


**Gambar. Pengujian kendaraan menggunakan *fourgas analyzer***

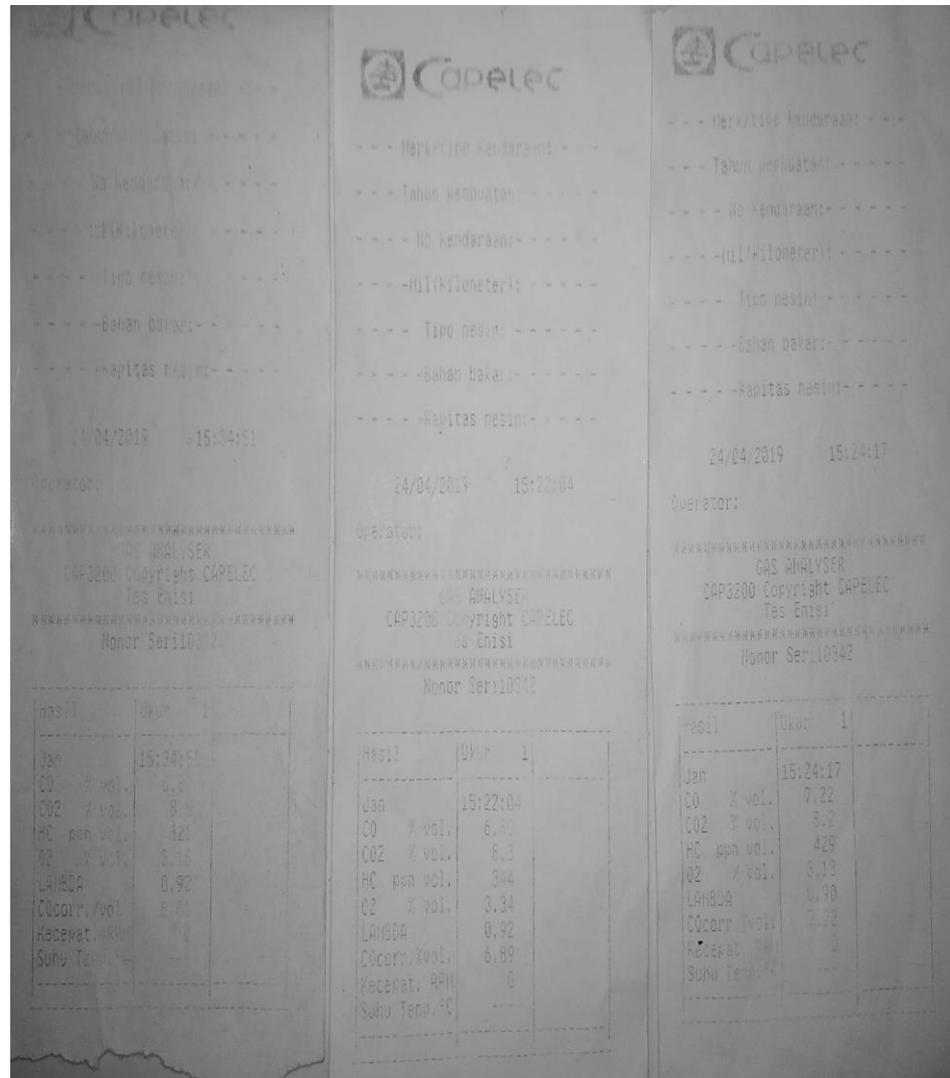
## Lampiran 4. Hasil Penelitian Menggunakan *Fourgas Analyzer*

### A. Knalpot Standar

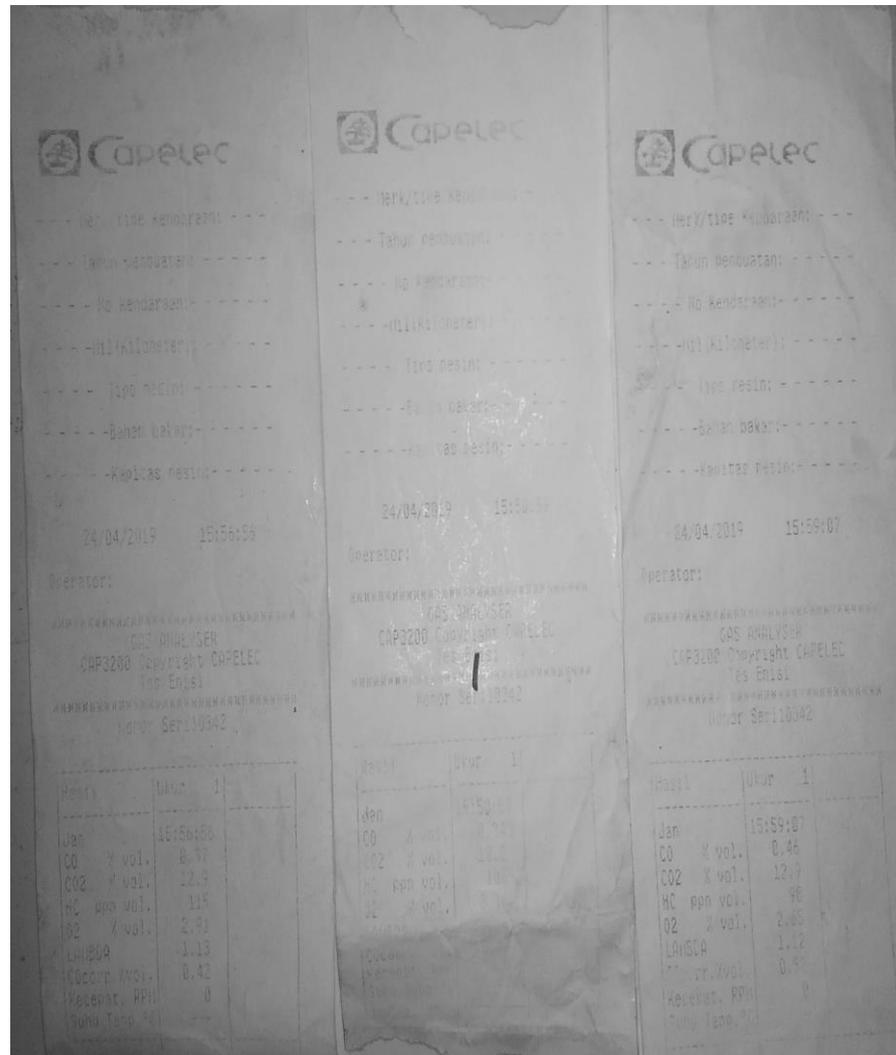
#### 1. 1300 RPM



2. 2500 RPM



3. 4000 RPM



**B. Dengan Menambahkan *Sponge Steel***

**1. 1300 RPM**



--- Merk/tipe Kendaraan  
 --- Tahun pembuatan  
 --- No Kendaraan  
 --- Mil(Kilometer)  
 --- Tipe mesin  
 --- Bahan bakar  
 --- Kapitas mesin

28/05/2019

Operator:

\*\*\*\*\*  
 GAS ANALYSER  
 CAP3200 Copyright  
 Tes Enisi  
 \*\*\*\*\*  
 Honor Seri100

| Hasil         | Ukur     |
|---------------|----------|
| Jan           | 09:32:41 |
| CO % vol.     | 1.17     |
| CO2 % vol.    | 11.6     |
| HC ppm vol.   | 322      |
| O2 % vol.     | 3.75     |
| LAMBDA        | 1.15     |
| COcorr.%vol.  | 1.37     |
| Kecepat. RPM  | 0        |
| Suhu Temp. °C | ---      |



--- Merk/tipe Kendaraan  
 --- Tahun pembuatan  
 --- No Kendaraan  
 --- Mil(Kilometer)  
 --- Tipe mesin  
 --- Bahan bakar  
 --- Kapitas mesin

28/05/2019

Operator:

\*\*\*\*\*  
 GAS ANALYSER  
 CAP3200 Copyright  
 Tes Enisi  
 \*\*\*\*\*  
 Honor Seri100

| Hasil         | Ukur     |
|---------------|----------|
| Jan           | 09:35:24 |
| CO % vol.     | 1.19     |
| CO2 % vol.    | 11.8     |
| HC ppm vol.   | 279      |
| O2 % vol.     | 4.1      |
| LAMBDA        | 1.17     |
| COcorr.%vol.  | 1.43     |
| Kecepat. RPM  | 0        |
| Suhu Temp. °C | ---      |



--- Merk/tipe Kendaraan  
 --- Tahun pembuatan  
 --- No Kendaraan  
 --- Mil(Kilometer)  
 --- Tipe mesin  
 --- Bahan bakar  
 --- Kapitas mesin

28/05/2019

Operator:

\*\*\*\*\*  
 GAS ANALYSER  
 CAP3200 Copyright  
 Tes Enisi  
 \*\*\*\*\*  
 Honor Seri100

| Hasil         | Ukur     |
|---------------|----------|
| Jan           | 09:36:48 |
| CO % vol.     | 1.07     |
| CO2 % vol.    | 11.1     |
| HC ppm vol.   | 332      |
| O2 % vol.     | 4.2      |
| LAMBDA        | 1.18     |
| COcorr.%vol.  | 1.29     |
| Kecepat. RPM  | 0        |
| Suhu Temp. °C | ---      |

2. 2500 RPM



--- Merk/tipe Kendar  
 --- Tahun pembuatan  
 --- No Kendara  
 --- -Mil(Kilometer)  
 --- Tipo nesin:  
 --- -Bahan bakar:  
 --- -Kapitas nesin

28/05/2019

Operator:

\*\*\*\*\*  
 GAS ANALYSE  
 CAP3200 Copyright  
 Tes Enisi  
 \*\*\*\*\*  
 Honor Seri100

| Hasil         | Ukur    |
|---------------|---------|
| Jan           | 09:51:4 |
| CO % vol.     | 5.57    |
| CO2 % vol.    | 9.8     |
| HC ppn vol.   | 350     |
| O2 % vol.     | 3.50    |
| LAMBDA        | 0.97    |
| COcorr.%vol.  | 5.73    |
| Kecepat. RPM  | 0       |
| Suhu Temp. °C | ---     |



--- Merk/tipe Kendar  
 --- Tahun pembuatan  
 --- No Kendaraan:  
 --- -Mil(Kilometer)  
 --- Tipo nesin:  
 --- -Bahan bakar:  
 --- -Kapitas nesin

28/05/2019

Operator:

\*\*\*\*\*  
 GAS ANALYSE  
 CAP3200 Copyright  
 Tes Enisi  
 \*\*\*\*\*  
 Honor Seri100

| Hasil         | Ukur     |
|---------------|----------|
| Jan           | 09:47:30 |
| CO % vol.     | 5.75     |
| CO2 % vol.    | 8.9      |
| HC ppn vol.   | 340      |
| O2 % vol.     | 3.46     |
| LAMBDA        | 0.97     |
| COcorr.%vol.  | 5.84     |
| Kecepat. RPM  | 0        |
| Suhu Temp. °C | ---      |



--- Merk/tipe Kendar  
 --- Tahun pembuatan  
 --- No Kendaraan:  
 --- -Mil(Kilometer)  
 --- Tipo nesin:  
 --- -Bahan bakar:  
 --- -Kapitas nesin

28/05/2019

Operator:

\*\*\*\*\*  
 GAS ANALYSE  
 CAP3200 Copyright  
 Tes Enisi  
 \*\*\*\*\*  
 Honor Seri100

| Hasil         | Ukur     |
|---------------|----------|
| Jan           | 09:53:20 |
| CO % vol.     | 5.64     |
| CO2 % vol.    | 8.8      |
| HC ppn vol.   | 350      |
| O2 % vol.     | 3.60     |
| LAMBDA        | 0.98     |
| COcorr.%vol.  | 5.86     |
| Kecepat. RPM  | 0        |
| Suhu Temp. °C | ---      |

## 3. 4000 RPM

| Hasil         | Ukur     |
|---------------|----------|
| Jan           | 09:42:25 |
| CO % vol.     | 0.79     |
| CO2 % vol.    | 11.5     |
| HC ppm vol.   | 195      |
| O2 % vol.     | 4.6      |
| LAMBDA        | 1.23     |
| COcorr. %vol. | 0.98     |
| Kecepat. RPM  | 0        |
| Suhu Temp. °C | ---      |

Capel

--- Merk/tipe Kendar  
 --- Tahun pembuatan  
 --- No Kendaraan  
 --- Mil(Kilometer)  
 --- Tipo mesin  
 --- Bahan bakar  
 --- Kapitas mesin

28/05/2019 0

Operator:

\*\*\*\*\*  
 GAS ANALYS  
 CAP3200 Copyright  
 Tes Enisi  
 \*\*\*\*\*  
 Honor Seri100

Capel

--- Merk/tipe Kendar  
 --- Tahun pembuatan  
 --- No Kendaraan  
 --- Mil(Kilometer)  
 --- Tipo mesin  
 --- Bahan bakar  
 --- Kapitas mesin

28/05/2019 10

Operator:

\*\*\*\*\*  
 GAS ANALYS  
 CAP3200 Copyright  
 Tes Enisi  
 \*\*\*\*\*  
 Honor Seri100

| Hasil         | Ukur     |
|---------------|----------|
| Jan           | 10:52:57 |
| CO % vol.     | 0.57     |
| CO2 % vol.    | 12.4     |
| HC ppm vol.   | 197      |
| O2 % vol.     | 3.20     |
| LAMBDA        | 1.14     |
| COcorr. %vol. | 0.66     |
| Kecepat. RPM  | 0        |
| Suhu Temp. °C | ---      |

Capel

--- Merk/tipe Kendar  
 --- Tahun pembuatan  
 --- No Kendaraan  
 --- Mil(Kilometer)  
 --- Tipo mesin  
 --- Bahan bakar  
 --- Kapitas mesin

28/05/2019 10

Operator:

\*\*\*\*\*  
 GAS ANALYS  
 CAP3200 Copyright  
 Tes Enisi  
 \*\*\*\*\*  
 Honor Seri100

| Hasil         | Ukur     |
|---------------|----------|
| Jan           | 10:59:58 |
| CO % vol.     | 0.60     |
| CO2 % vol.    | 12.4     |
| HC ppm vol.   | 165      |
| O2 % vol.     | 2.95     |
| LAMBDA        | 1.13     |
| COcorr. %vol. | 0.68     |
| Kecepat. RPM  | 0        |
| Suhu Temp. °C | ---      |

## DAFTAR PUSTAKA

- Bahrul Amin. 2013. *Teknik Motor Bakar*. Padang : UNP
- Buku Petunjuk *Service* Yamaha Vixion.
- Erzeddin Alwi. (2014). *Teknologi Sepeda Motor*. padang: UNP.
- Fakchhry Dian.(2015).Pengaruh Penggunaan Tembaga Sebagai Katalis Pada Knalpot Sepeda Motor Jupiter Z 110 CC Terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida.Skripsi Universitas Negeri Padang.
- Hasan Maksum, Reffles & Wawan Purwanto.(2012). *Teknologi Motor Bakar*. Padang: UNP press.
- Heisler Heinz.(1995).*Advanced Engine Technology*. Edward Arnold, London.
- <http://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133> diakses pada tanggal 9 Juli 2018.
- <http://www.intidayaonline.com/serba-serbi-stainless-steel/>
- Ismail Hasan.(2013).*Engine Management System*.Malang:Gunung Samudera
- Lovinska W. 2012. *Fungsi knalpot*.  
<http://k2otomotif.blogspot.com/2012/02/fungsi-knalpot-sejarahnyafungsi.html>, diunduh tanggal 4/10/2018.
- Muharam A., G. Priandani., dan S. Khairunnisa. 2012. *Stainless Steel : Dominasi Era Modern Alat Perindustrian Farmasi*.  
<http://tsffarmasiunsoed2012.wordpress.com/2012/05/22/stainless-steel-dominasi-era-modern-alat-perindustrian-farmasi/>, diakses pada 4/10/2018.
- Mitsubishi Emission Control System.pdf*
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2012
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006
- Puspitawati Warakasih.(2014).*Polusi Udara dan Uji Emisi Gas Buang Kendaraan Sebagai Prasyarat Pemberian perpanjangan STNK.2-3*.
- Srikandi Fardiaz. (1998).*Polusi Air dan Udara*.Yogyakarta: Kanisius