

## STUDI EKSPERIMEN PENGGUNAAN KNALPOT BERBASIS *SPONGE STEEL* TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MOTOR 4 LANGKAH

Sarjono<sup>\*)</sup> Dedik Kusnanto<sup>\*\*)</sup>

Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul, Cepu, 58315 Telp. (0296) 422322, Facs (0296) 425429, E-mail:sttrcepu@yahoo.co.id

### Abstrak

Gas buang sisa pembakaran pada motor pembakaran dalam dikeluarkan melalui knalpot (*muffler*). Agar emisi gas buang yang dihasilkan ramah lingkungan, maka upaya yang dilakukan adalah dengan menggunakan knalpot berbasis *sponge steel*. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil uji emisi gas buang antara penggunaan knalpot berbasis *sponge steel* dengan knalpot standar. Ada tiga variasi knalpot berbasis *sponge steel* yang digunakan berdasarkan berat *sponge steel*, yaitu: berat *sponge steel* 25 gram, 50 gram dan 75 gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa emisi gas buang yang dihasilkan pada knalpot berbasis *sponge steel* mengalami penurunan. Penurunan kadar CO yang dihasilkan rata-rata sebesar 30,71 %. Demikian juga pada kandungan kadar HC yang dihasilkan, mengalami penurunan rata-rata sebesar 61,04 %.

**Kata kunci:** Knalpot, Spong Steel, Emisi Gas Buang

### PENDAHULUAN

Penggunaan sarana transportasi kendaraan bermotor akan menimbulkan dampak yang tidak ramah terhadap lingkungan, terutama dari emisi gas buang yang dihasilkan oleh pembakaran yang tidak sempurna. Emisi gas buang terdiri atas : monoksida), HC (Hidro carbon), Pb (timah hitam), Nox (Nitrogen oksida) dan Partikel asap (*Smoke*).

Untuk mengurangi emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor, maka salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah dengan cara menggunakan knalpot yang dirancang dengan sistem berbasis *sponge steel*.

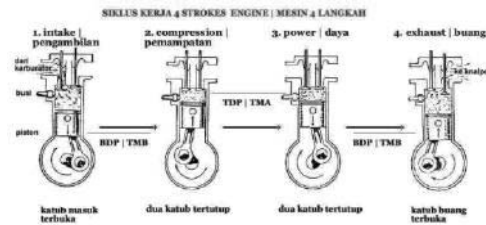
Deftya Denny Meriyanto (2013), telah melakukan penelitian tentang Analisis Panas Pada Knalpot Berbasis *Sponge Steel*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa knalpot berbasis *sponge steel* memiliki panas dalam knalpot yang lebih tinggi dari knalpot standar dan gas buang yang di keluarkan knalpot berbasis *sponge steel* cenderung lebih dingin dari knalpot standar, hal ini dikarenakan terdapatnya ruang *mixer* di dalam knalpot berbasis *sponge steel* yang dapat menurunkan tekanan gas buang.

Indra Herlamba Siregar (2009), melakukan penelitian tentang Komparasi Kinerja Dan Emisi Gas Buang Mesin Bensin Satu Silinder Berbahan Bakar Premium dan E-10 pada Variasi Perbandingan Kompresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian E-10 sebagai bahan bakar dapat menurunkan kadar emisi yang dihasilkan mesin baik berupa HC maupun CO. Penurunan kadar emisi semakin meningkat seiring naiknya perbandingan kompresi dengan rata-rata tertinggi penurunan terjadi pada perbandingan 10,1:1 sebesar 26,87 % untuk HC dan 36,6 % untuk CO.

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Siswanto, dkk (2011) adalah Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium Dengan Variasi Penambahan Zat Aditif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan zat aditif menurunkan kadar emisi gas buang CO sebesar 1.402 %, kadar HC sebesar 32.8 ppm, dan mengalami peningkatan kadar CO<sub>2</sub> sebesar 0.333 %, kadar O<sub>2</sub> sebesar 1.407 % dari kadar rata – rata emisi gas buang yang menggunakan premium tanpa zat aditif, menggunakan campuran premium dengan zat aditif 5 ml, 7 ml dan 9 ml.

### MESIN BENSIN (*OTTO*)

Mesin bensin adalah sebuah mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakarannya. Campuran bahan bakar dan udara terhisap masuk ke dalam ruang bakar yang di atur oleh *Intake Valve* dan di nyalakan oleh loncatan bunga api listrik dari busi pada 15° sebelum TMA.



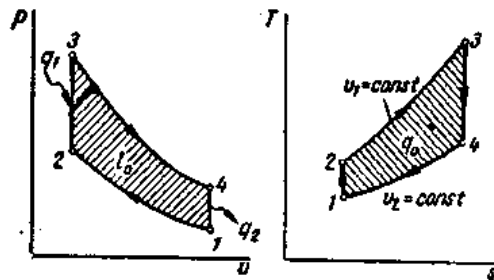
Gambar 1. Siklus Motor 4 Langkah

Dalam mesin 4 langkah temperatur dan tekanan kerja yang tinggi dihasilkan oleh reaksi kimia antara bahan bakar dan udara yang berlangsung dalam silinder itu sendiri (Zemansky dan Dittman yang dikutip oleh Denny Meriyanto, 2013: 11-12).

Menurut Julius Jama, dkk (2008: 67) cara kerja mesin empat langkah adalah:

1. Langkah Isap (*suction stroke*)  
Piston bergerak dari TMA ke TMB, katup isap terbuka dan katup buang menutup. Campuran udara dan bahan bakar masuk melalui katup isap.
2. Langkah Kompresi (*compression stroke*)  
Piston bergerak dari TMB ke TMA, ke dua katup tersebut tertutup, campuran udara dan bahan bakar dikompresi dan busi meloncatkan bunga api sehingga campuran bahan bakar dengan udara akan terbakar di dalam ruang bakar.
3. Langkah Tenaga (*power stroke*)  
Adalah langkah yang menghasilkan kerja, pada saat akhir langkah kompresi terjadi pembakaran dalam ruang bakar, sehingga piston terdorong menuju ke TMB.
4. Langkah Pembuangan (*exhaust stroke*).  
Setelah piston mencapai posisi TMB, katup buang membuka kemudian piston bergerak menuju TMA mendorong sisa pembakaran ke luar dari ruang bakar.

Ke empat langkah tersebut mengacu pada siklus otto seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram PV dan TS Siklus Otto.

Keterangan:

- P : Tekanan fluida kerja  $\text{kg/cm}^2$ .  
 V : Volume spesifik  $\text{m}^3/\text{kg}$ .  
 $q_1$  : Jumlah kalor yang dimasukkan  
 kcal/kg.

$q_2$  : Jumlah kalor yang dikeluarkan  
kcal/kg.

Proses pembakaran di idealkan dengan penambahan kalor pada volume konstan, dan perubahan-perubahan komposisi campuran diabaikan. Sifat ideal yang dipergunakan serta keterangan mengenai proses siklusnya adalah sebagai berikut (sarjono, 2010, buku ajar motor bakar torak):

1. Fluida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik yang konstan.
2. Langkah isap (0-1) berlangsung pada tekanan konstan.
3. Langkah kompresi (1-2) adalah proses isentropik.
4. Proses pembakaran (2-3) dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
5. Langkah kerja (3-4) proses isentropik.
6. Proses pembuangan (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.
7. Langkah buang (1-0) adalah proses tekanan konstan.

efisiensi thermal siklus ( $\eta_{th}$ ):  $(q_1 - q_2/q_1)$ ,  $q_1$  :  $cv (T_3 - T_2)$ ,  $q_2$ :  $cv (T_4 - T_1)$  karena keadaan isentropik,  
maka  $\epsilon : V_1/V_2, (v_1/v_2)^{k-1} : \epsilon^{k-1}$  dan  $T_2: T_1 \cdot \epsilon^{k-1}$ .

Subtitusikan ke dalam persamaan, maka akan diperoleh efisiensi thermal sebagai berikut:

$$(\eta_{th}) : [cv (T_3 - T_2) - cv (T_4 - T_1)]/cv (T_3 - T_2)$$

$$: 1 - 1/\epsilon^{k-1}$$

### **Sponge Steel**

*Sponge steel* adalah suatu benda yang terbuat dari bahan baja/ logam melalui proses galvanisasi. Galvanisasi adalah proses pemberian lapisan seng sebagai pelindung besi dan baja yang bertujuan untuk melindungi terjadinya korosi. Penggunaan *sponge steel* pada knalpot dimaksudkan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap *emisi gas buang* yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor.

Galvanisasi dilakukan dengan metode celupan panas di mana baja dicelupkan ke seng cair. Seng merupa kan logam yang relatif tahan karat pada kebanyakan kondisi lingkungan di mana besi dan baja berada. Seng bekerja sebagai proteksi katodik yang melindungi baja, yang berarti walau logam galvanis tergores hingga baja terekspos udara, baja tetap terlindung dari karat.

Cara kerja knalpot berbasis *sponge steel* ini adalah *sponge steel* yang telah membara dalam suhu tinggi mampu untuk melakukan proses pembakaran lanjutan terhadap gas buang yang akan ke luar dari knalpot, sehingga kandungan gas yang belum terbakar (CO dan HC) akan terbakar di dalam knalpot. Pembakaran tersebut akan menurunkan emisi gas buang yang ramah terhadap lingkungan.



Gambar 3. *Sponge steel*

### **Knalpot (mufler)**

Sistem pembuangan dikenal sebagai knalpot (*mufler*) yang berarti saringan suara.

Disain saluran pembuangan dirancang untuk menyalurkan gas hasil pembakaran mesin ketempat yang aman bagi pengguna mesin. Gas hasil pembakaran umumnya panas, sehingga saluran pembuangan harus tahan panas

dan cepat melepaskan panas. Saluran pembuangan tidak boleh melewati atau berdekatan dengan material yang mudah terbakar atau mudah rusak karena panas.

Fungsi knalpot adalah untuk meredam suara. Proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang berlangsung begitu cepat diruang bakar menimbulkan suara yang sangat bising. Untuk meredam suara tersebut, gas sisa hasil pembakaran yang ke luar dari katup buang tidak langsung dilepas ke udara terbuka, tetapi disalurkan ke dalam dalam knalpot.

Komponen sistem pembuangan sendiri terdiri atas beberapa bagian yaitu:

1. *Exhaust manifold* atau *exhaust header*, komponen ini merupakan pipa yang terbuat dari bahan khusus yang tahan pada suhu tinggi. pipa ini berhubungan langsung dengan kepala silinder saluran exhaust jadi temperaturnya sangat tinggi dan berbahaya apabila kita menyentuhnya dalam kondisi panas.



Gambar 4. *Exhaust manifold* atau *exhaust header*

2. *Catalytic converter*, komponen ini merupakan komponen yang berfungsi untuk menurunkan kadar emisi gas buang, CO, HC dan NO<sub>x</sub>.



Gambar 5. *Catalytic converter*

### **Emisi Gas Buang**

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar dan udara di dalam mesin pembakaran dalam. Sisa hasil pembakaran berupa air (H<sub>2</sub>O), karbon monoksida (CO) yang sangat beracun, karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang merupakan gas rumah kaca, senyawa nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), dan HC berupa senyawa Hidro Karbon sebagai akibat ketidak sempurnaan proses pembakaran serta partikel lepas.

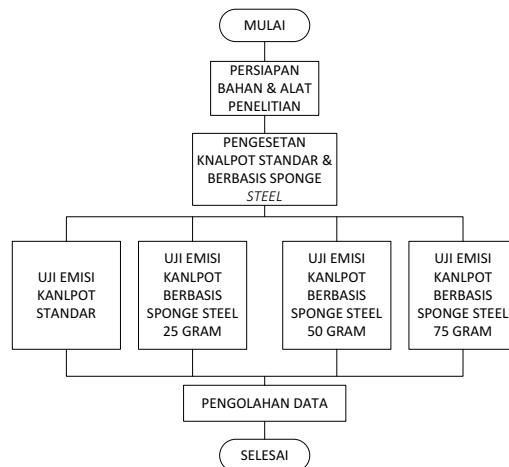
Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor adlah seperti pada tabel1 :

Tabel 1. Batas emisi gas buang kendaraan bermotor

Kategori	Tahun pembuatan	Parameter		Metode uji
		CO (%)	HC (ppm)	
Sepeda motor 2 langkah	< 2010	4.5	12000	kile
Sepeda motor 4 langkah	< 2010	5.5	2400	kile
Sepeda motor 1 langkah				

## METODOLOGI PENELITIAN

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

### Bahan dan Alat penelitian

Bahan penelitian menggunakan knalpot, *sponge steel*, elektrode, sedangkan peralatan yang digunakan sepeda motor satria 150 CC, mesin las, tool kit, dan uji emisi.

### Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan knalpot berbasis *sponge steel* terhadap *emisi gas buang* pada motor 4 langkah.

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

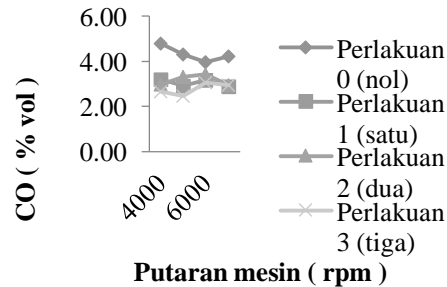
1. Perancangan knalpot berbasis *sponge steel*.
2. Penambahan pipa di ruang mixer pada knalpot standar yang sebelumnya berjumlah satu buah dengan ukuran panjang 3,5 cm dan diameter 1,5 cm menjadi jumlah 2 buah dengan ukuran panjang 3,5 cm dan diameter 2 cm.
3. Pemasangan *sponge steel* di ruang *sponge steel*, dengan 3 perlakuan : (1) menggunakan *sponge steel* dengan berat 25 g, (2) menggunakan *sponge steel* dengan berat 50 g, (3) menggunakan *sponge steel* dengan berat 75 g.
4. Pemasangan knalpot berbasis *sponge steel* pada sepeda motor Suzuki Satria f 150 cc.
5. Pengujian emisi menggunakan knalpot standar Suzuki Satria f 150 cc dan menggunakan knalpot berbasis *sponge steel*.

6. Membandingkan hasil uji emisi antara menggunakan knalpot berbasis *sponge steel* dengan menggunakan knalpot standar Suzuki Satria f 150 cc.
7. Analisis dan pembahasan dari rancangan yang telah dibuat.
8. Kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

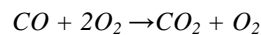
### Hasil dan Pembahasan Emisi Gas Buang CO

Berikut adalah hasil pengujian emisi gas buang CO pada knalpot berbasis *sponge steel*.



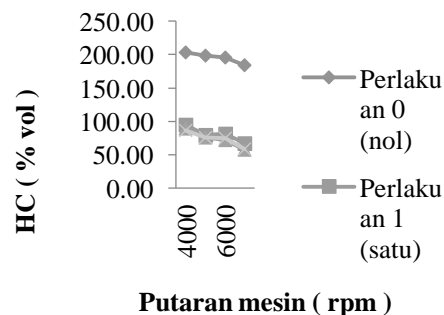
Gambar 7. Grafik Hubungan Emisi Gas Buang CO Terhadap Putaran Mesin pada variasi *Sponge steel*.

Pada gambar 7. Menunjukkan bahwa kandungan emisi gas buang CO mengalami penurunan pada knalpot berbasis *sponge steel* dibandingkan dengan knalpot standar. Penurunan kadar CO disebabkan oleh adanya pembakaran lanjut di dalam knalpot berbasis *sponge steel* yang memiliki suhu relatif tinggi, sehingga kandungan CO yang dibakar akan menjadi gas  $CO_2$ , akan tetapi ada sebagian C yang terdeposit dan menempel menjadi kerak pada *sponge steel*. Reaksi pembakaran CO sebagai berikut :



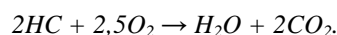
### Hasil dan Pembahasan Emisi Gas Buang HC

Hasil pengujian emisi gas buang HC pada knalpot berbasis *sponge steel* adalah sebagai berikut :

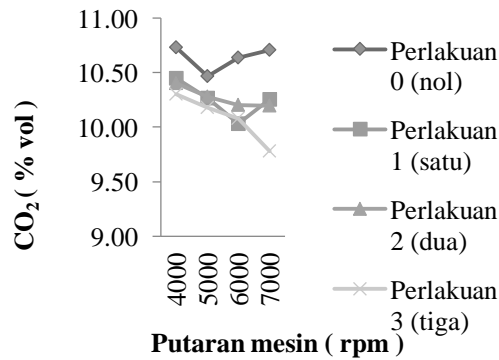


Gambar 8. Grafik Hubungan Emisi Gas Buang HC Terhadap Putaran Mesin pada variasi *Sponge steel*.

Pada gambar 8. Terlihat adanya penurunan kadar senyawa HC cukup signifikan, rata-rata penurunan HC 61.64%. Hal ini disebabkan karena senyawa HC bereaksi dengan  $O_2$  dan menghasilkan gas  $H_2O$  dan  $CO_2$  seperti pada reaksi berikut :

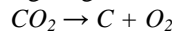


**Hasil dan Pembahasan Emisi Gas Buang CO<sub>2</sub>**

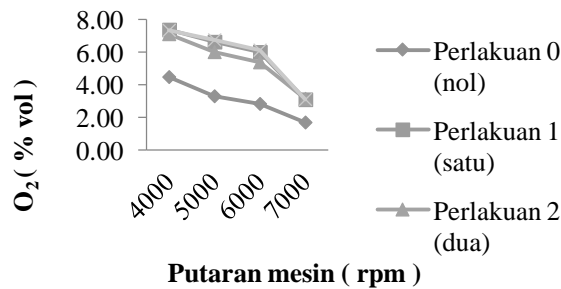


Gambar 9. Grafik Hubungan Emisi Gas Buang CO<sub>2</sub> Terhadap Putaran Mesin pada variasi *Sponge steel*.

Pada 9. dapat kita lihat bahwa gas CO<sub>2</sub> cenderung menurun pada penggunaan knalpot berbasis *sponge steel*, seharusnya CO<sub>2</sub> meningkat karena pembakaran CO menghasilkan CO<sub>2</sub>, akan tetapi dalam knalpot berbasis *sponge steel* menyebabkan CO<sub>2</sub> pun ikut terbakar kembali menjadi C dan O<sub>2</sub>, senyawa C terdeposit dalam *sponge steel* dan senyawa O<sub>2</sub> menjadi senyawa bebas dan ikut terdorong ke lingkungan.

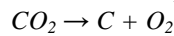
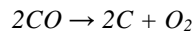


**Hasil dan Pembahasan Emisi Gas Buang O<sub>2</sub>**



Gambar 10. Grafik Hubungan Emisi Gas Buang O<sub>2</sub> Terhadap Putaran Mesin pada variasi *Sponge steel*.

Pada gambar 10. menunjukkan adanya peningkatan dari kandungan senyawa O<sub>2</sub> pada penggunaan knalpot berbasis *sponge steel* yang sangat signifikan (sekitar 46,42%), hal ini disebabkan karena terdepositnya sebagian unsur C dari senyawa CO dan CO<sub>2</sub> pada *sponge steel* dan O<sub>2</sub> dari senyawa tersebut menjadi unsur bebas dan terdorong ke luar lingkungan.



Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa panas dan tekanan dari gas buang mampu k membakar dan membuat *sponge steel* menjadi membara, bara dari *sponge steel* mampu untuk membakar senyawa-senyawa gas buang menjadi senyawa-senyawa lain. Sehingga senyawa-senyawa yang berbahaya dalam gas buang

seperti  $CO$  dan  $HC$  menurun sedangkan  $CO_2$ , dan  $O_2$  meningkat sangat signifikan.

#### KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan knalpot berbasis *sponge steel* terhadap *emisi gas buang* pada motor 4 langkah dengan mesin uji suzuki satria f 150 cc, mampu menurunkan emisi gasbuang yang dihasilkan.

Penurunan emisi gas buang  $CO$  yang dihasilkan sampai 30,71 %. Demikian juga pada emisi gas buang  $HC$  yang dihasilkan, mengalami penurunan rata-rata sebesar 61,04 %.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allif, 2012, Sejarah *Knalpot*, diambil pada 4 Februari 2016, URL: (<http://allif-m.blogspot.co.id/2012/09/sejarah-knalpot.html>).
- [2] Anonim, 2013, *Spesifikasi Suzuki Satria Fu 150*, diambil pada 17 Januari 2016, URL: (<http://indonesia-motorcycle.blogspot.co.id/2013/04/spesifikasi-suzuki-satria-fu-150.html>)
- [3] Darmoputro, S., 2010, *Buku Ajar Motor Bakar*, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu.
- [4] Deftya Denny Meriyanto, 2013, *Analisis Panas Pada Knalpot Berbasis Sponge Steel*, Universitas Negeri Semarang.
- [5] Indra Herlamba Siregar, 2009, *Komparasi Kinerja Dan Emisi Gas Buang Mesin Bensin Satu Silinder Berbahan Bakar Premium dan E-10 pada Variasi Perbandingan Kompresi*, Universitas Negeri Surabaya.
- [6] Jalius Jama, dkk., 2008, *Teknik Sepeda Motor Jilid 1*, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [7] Siswanto, Lagiyono, dan Siswiyanti., 2011, *Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium Dengan Variasi Penambahan Zat Aditif*, Universitas Pancasakti Tegal.