

**DESAIN DAN ANALISIS KNALPOT BERBASIS SPONGESTEEL TERHADAP GAS BUANG CO, HC, DAYA, DAN SFC PADA MESIN SEPEDA MOTOR***DESIGN AND ANALYSIS OF SPONGESTEEL-BASED MOTORCYCLE ON CO, HC, POWER, AND SFC WASTE ON MOTORCYCLE MACHINES***Yuniarto Agus Winoko<sup>1)</sup>, Hari Rarindo<sup>2)</sup> dan Bambang Hertomo<sup>3)</sup>**

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

E-mail: <sup>1)</sup>[dhimazyuni@gmail.com](mailto:dhimazyuni@gmail.com), <sup>2)</sup>[harirarindo@gmail.com](mailto:harirarindo@gmail.com), <sup>3)</sup>[bambanghertomo@polinema.ac.id](mailto:bambanghertomo@polinema.ac.id)**Abstract**

*The increase in the number of motorized vehicles increases every year so that air pollution also increases. Lack of public awareness about reforestation makes the air difficult to circulate. The number of motorized vehicles is also a major factor in increasing air pollution. Exhaust emissions from motorized vehicles are harmful pollutants to the human body. Exhaust gas from motor vehicles contains toxic compounds, one of which is carbon monoxide (CO) and hydro carbon (HC) which are very dangerous for the environment and humans. The purpose of the study is to make a tool that can control exhaust emissions. Sponge steel-based muffler uses sponge steel as a means of continued combustion of the exhaust gas, sponge steel heating is produced from the heat of the exhaust gas itself. The heat from the sponge steel coupled with the pressure from the exhaust gas itself will increase the heat from the sponge steel, so the sponge steel can burn. With the heat from the sponge steel the gas that has not been burned in the combustion chamber will be burned again in the exhaust by a sponge steel, so that CO and HC gas will be burned with O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O gases will be obtained. The method of the study is experimental methods. An experimental research study conducted by manipulation that aims to determine the results of manipulation of individual behavior observed. The data observed in this study included a exhaust gas emissions, power, and specific fuel consumption (SFC). The result of the study, Sponge steel based exhaust can reduce exhaust emissions, in HC compounds can decrease by 24.79% and CO decreases to 29.70%, reduced power by 5.64% is not too significant from standard exhaust, and SFC decreased by 3,12%.*

**Keywords:** *emissions, power, sfc, sponge steel.***PENDAHULUAN**

Seiring dengan berkembangnya industri otomotif yang sebagian besar masih menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar utama, dan makin meningkatnya tingkat pemakaian kendaraan berbahan bakar seperti pada mobil, sepeda motor, kendaraan umum berakibat pada meningkatnya tingkat polusi udara yang disebabkan oleh emisi dari kendaraan berbahan bakar bensin. Beberapa jenis emisi tersebut di antaranya Karbon Monoksida (CO), Hidrocarbon (HC), Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) yang memiliki dampak yang buruk terhadap kesehatan tubuh manusia dan mengikis lapisan ozon yang ada pada atmosfer. Menurut Sastrawijaya (2000: 176) adalah gas tidak berwarna dan berbau, tetapi amat berbahaya. Kadar 10ppm CO dalam udara menyebabkan manusia sakit. dalam waktu setengah jam 1300 ppm dapat menyebabkan kematian.

Data dari kementerian lingkungan hidup menyebutkan bahwa polusi udara dari kendaraan

bermotor terutama berbahan bakar bensin (spark ignition engine) menyumbang 70% karbon monoksida (CO) dan 60 persen hidro karbon (HC). PP Nomor 41 tahun 1999 yang menyatakan bahwa udara sebagai sumber daya alam yang mempengaruhi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya harus dijaga dan dipelihara kelestarian fungsinya untuk pemeliharaan dan kesejahteraan manusia serta perlindungan bagi makhluk hidup lainnya.

Dalam penelitian ini gas buang akan langsung mengarah ke *sponge steel* karena menurut Krisdianto, (2011: 212) bahwa hubungan tekanan dan suhu pada volume tetap mengikuti persamaan garis lurus. Artinya semakin tinggi tekanan maka semakin panas pula gas buang yang menyebabkan *sponge steel* membara dan bara dari *sponge steel* tersebut di manfaatkan untuk proses pembakaran lanjut untuk gas CO dan HC. Setelah melalui pembakaran lanjut senyawa CO dan HC akan berubah menjadi H<sub>2</sub>O dan C<sub>2</sub>

## TINJAUAN PUSTAKA

### A. Knalpot

Knalpot adalah suatu komponen pada sepeda motor yang berfungsi sebagai peredam hasil ledakan di ruang bakar. 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 klep buang tidak langsung dilepas ke udara terbuka. Gas buang disalurkan terlebih dahulu ke dalam peredam suara atau muffler di dalam knalpot.

Perkembangan teknologi terhadap knalpot menurut Lovinska (2012) bahwa knalpot 4 tak berfungsi untuk menurunkan suhu akibat kompresi. selain itu knalpot pada mesin 4tak berfungsi sebagai pengatur turbulensi yang akan menghasilkan tekanan balik untuk membantu kompresi bahan bakar walau hanya sedikit perannya. Knalpot mesin 4 tak dan 2 tak berbeda sistem kerja dan fungsinya, dalam mesin 2 tak knalpot sangat penting perannya. Turbulensi dalam knalpot 2 tak 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 4 tak seperti diameter klep, lama waktu klep membuka dan menutup.

### B. *Sponge Steel*

*Sponge steel* adalah alat perkakas dapur yang digunakan untuk menggosok panci yang berkarat. *Sponge steel* terbuat dari *stainless steel* yang tahan akan korosi dan suhu yang tinggi, *sponge steel* ini akan diletakan pada *muffler* knalpot dimaksudkan supaya ketika *sponge steel* terkena gas buang yang sangat panas maka *sponge steel* akan membara. *Sponge steel* yang telah membara pada suhu tinggi akan mampu untuk melakukan proses pembakaran lanjutan yang akan membakar gas CO dan HC yang sesudah pembakaran akan dihasilkan senyawa CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O yang tidak bahaya bagi lingkungan hidup.

### C. Reaksi Pembakaran

Reaksi pembakaran adalah reaksi kimia antara unsur bahan bakar dengan oksigen. Oksigen didapat dari udara luar yang merupakan campuran dari beberapa senyawa kimia antara lain oksigen (O), nitrogen (N), argon (Ar),

karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan beberapa gas lainnya. Dalam proses pembakaran maka tiap macam bahan bakar selalu membutuhkan sejumlah udara tertentu agar bahan bakar dapat dibakar secara sempurna. Bahan bakar bensin, untuk dapat terbakar sempurna membutuhkan udara kurang lebih 15 kali berat bahan bakarnya. Rumus kimia bahan bakar adalah C<sub>n</sub> H<sub>m</sub>. Dalam pembakaran dibutuhkan perbandingan udara dengan bahan bakar dimana besarnya udara yang dibutuhkan dalam silinder untuk membakar bahan bakar. Perbandingan udara bahan bakar atau AFR (*air fuel ratio*).

### D. CO (Karbon Monoksida)

Karbon monoksida (CO), tercipta dari bahan bakar yang terbakar sebagian akibat pembakaran yang tidak sempurna ataupun karena campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya (kurangnya udara). CO yang dikeluarkan dari sisa hasil pembakaran banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin, untuk mengurangi CO perbandingan campuran ini harus dibuat kurus, tetapi cara ini mempunyai efek samping yang lain, yaitu NO<sub>x</sub> akan lebih mudah timbul dan tenaga yang dihasilkan mesin akan berkurang. CO sangat berbahaya karena tidak berwarna maupun berbau, mengakibatkan pusing, mual. Bila karbon di dalam bahan bakar terbakar habis dengan sempurna, maka akan menghasilkan reaksi kimia sebagai berikut:



Apabila unsur – unsur oksigen (udara) tidak cukup, maka terjadi pembakaran yang tidak sempurna sehingga karbon di dalam bahan bakar terbakar dengan proses reaksi kimia sebagai berikut:



Jadi banyaknya kadar emisi gas buang CO dipengaruhi oleh perbandingan udara dan bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar saat pembakaran.

### E. HC (Hidro Karbon)

Senyawa Hidro karbon (HC), terjadi karena bahan bakar belum terbakar tetapi sudah terbuang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar. Senyawa hidro karbon (HC) dibedakan menjadi dua yaitu bahan bakar yang tidak terbakar sehingga keluar menjadi gas mentah, serta bahan bakar yang terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang. Senyawa HC akan berdampak terasa

pedih di mata, mengakibatkan tenggorokan sakit, penyakit paru-paru dan kanker. (Siswanto, Lagiyono, Siswiyanti, 2014)

- $\rho_f$  : Massa jenis bahan bakar ( $\text{kg/m}^3$ )
- $V_f$  : Volume bahan bakar ( $\text{m}^3$ )
- $m_f$  : Laju aliran bahan bakar ( $\text{kg.jam}$ )
- $t$  : Waktu (detik)

**F. Daya Kuda Efektif**

Daya kuda efektif atau daya poros atau daya efektif ( $N_e$ ) adalah daya akibat poros engkol yang merupakan kalor di ruang bakar menjadi kerja. Untuk mengetahui daya poros diperlukan alat ukur torsi atau dinamometer dan tachometer untuk mengukur putaran poros engkol. Besar daya efektif adalah (Yuniarto. 2017:63)

$$N_e = \frac{2 \pi \times n \times T}{60} \dots \dots \dots (2.3)$$

dengan

- $N_e$  = Daya poros efektif (Kw).
- $n$  = Putaran mesin (rpm).
- $T$  = Torsi (Nm).

**G. Konsumsi Bahan Bakar**

Konsumsi bahan bakar atau *Specific Fuel Consumption* (SFC) adalah nilai ekonomi pemakaian bahan bakar. Konsumsi bahan bakar juga menunjukkan massa bahan bakar yang di perlukan mesin untuk setiap satuan-satuan waktu. Besar pemakaian bahan bakar spesifik adalah (Yuniarto, 2017:68),

$$Sfc = \frac{m}{N} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan

- $N_e$  : Daya poros efektif (Hp).
- $m_f$  : Laju aliran bahan bakar (kg/jam).
- $Sfc$  : Konsumsi bahan bakar spesifik {kg/(Hp x Jam)}.

Besarnya  $m_f$  adalah,

$$m_f = \frac{P_f \times V_f}{t} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan

**METODOLOGI PENELITIAN**

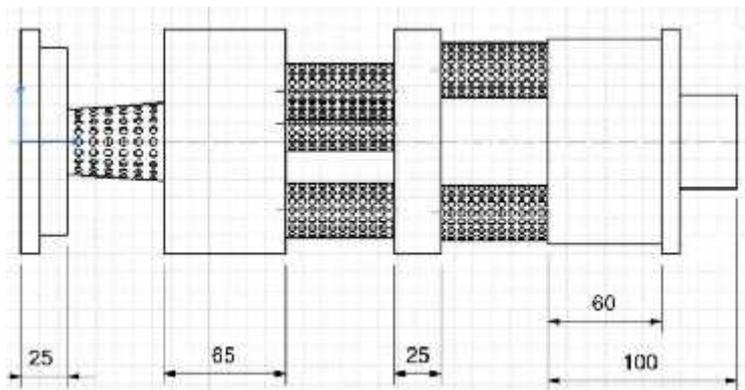
**A. Objek Penelitian**

Objek kajian penelitian ini adalah Knalpot berbasis Sponge Steel. Dalam penelitian ini, langkah pertama penelitian adalah merancang Knalpot berbasis Sponge Steel. Perancangan alat ini adalah menganalisis perubahan CO, HC, daya, dan SFC setelah diaplikasikannya Knalpot berbasis Sponge Steel. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental. Metode eksperimental adalah metode pengumpulan data melalui pengamatan langsung terhadap objek kajian dalam periode tertentu dan mengadakan pencatatan secara sistematis pada hal-hal tertentu yang diamati.

Metode eksperimental tidak bisa dilakukan apabila peneliti tidak meneliti langsung objek penelitiannya di lapangan, karena data yang dicari akan diperoleh saat dilakukan pengamatan secara langsung dan cermat. Ada beberapa data yang diamati ketika dilakukan observasi pada objek kajian. Data-data yang diamati dalam penelitian ini antara lain pembacaan nilai CO, HC, daya dan konsumsi bahan bakar terhadap penggunaan Knalpot berbasis Sponge Steel.

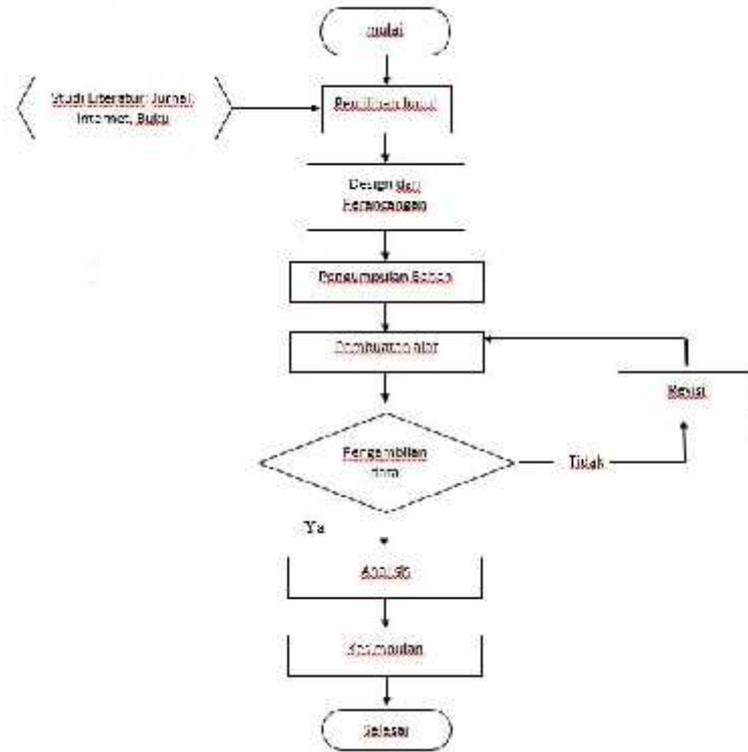
**B. Perancangan Knalpot Menggunakan Catia**

Knalpot *sponge steel* didesain dengan menggunakan Catia supaya memudahkan dalam pembuatan. Dengan Catia maka dapat diketahui bentuk-bentuk dari bagian knalpot sehingga memudahkan untuk pembuatan dan penjelasan cara kerja dari knalpot berbasis *sponge steel*.



**C. Diagram Alir**

Diagram alir penelitian tersaji pada gambar di bawah ini



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.  
(Sumber: Dokumen Pribadi)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Data Pengujian emisi gas buang CO dan HC**

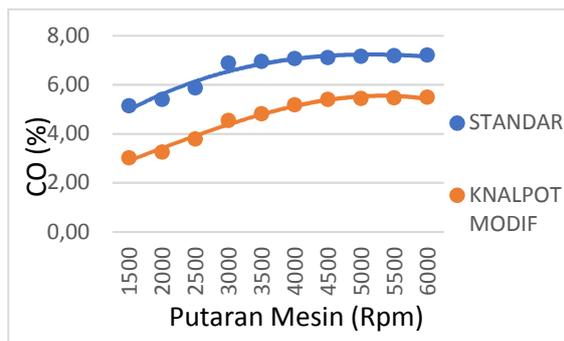
Tabel 1. Data Hasil Uji Emisi

| No | RPM  | Knalpot Standart |          | Knalpot Spongesteel |          |
|----|------|------------------|----------|---------------------|----------|
|    |      | CO (%)           | HC (ppm) | CO (%)              | HC (ppm) |
| 1  | 1500 | 5,14             | 184,00   | 3,02                | 142,33   |
| 2  | 2000 | 5,40             | 176,33   | 3,25                | 134,67   |
| 3  | 2500 | 5,87             | 171,33   | 3,79                | 128,00   |
| 4  | 3000 | 6,88             | 168,00   | 4,55                | 125,00   |
| 5  | 3500 | 6,95             | 163,33   | 4,82                | 122,67   |
| 6  | 4000 | 7,06             | 160,67   | 5,18                | 119,00   |
| 7  | 4500 | 7,10             | 157,67   | 5,40                | 118,00   |
| 8  | 5000 | 7,16             | 155,67   | 5,43                | 116,33   |
| 9  | 5500 | 7,19             | 152,67   | 5,47                | 115,00   |
| 10 | 6000 | 7,21             | 151,33   | 5,50                | 113,33   |

| No | Rpm  | Knalpot Standart |                 | Knalpot Spongesteel |                 |
|----|------|------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
|    |      | Daya (Hp)        | Sfc (Kg/Hp.Jam) | Daya (Hp)           | Sfc (Kg/Hp.Jam) |
| 1  | 1500 | 2,58             | 0,0126          | 2,38                | 0,0118          |
| 2  | 2000 | 2,63             | 0,0137          | 2,45                | 0,0128          |
| 3  | 2500 | 3,05             | 0,0156          | 2,82                | 0,0152          |
| 4  | 3000 | 3,36             | 0,0159          | 3,16                | 0,0154          |
| 5  | 3500 | 3,58             | 0,0209          | 3,35                | 0,0214          |
| 6  | 4000 | 4,00             | 0,0211          | 3,86                | 0,0217          |
| 7  | 4500 | 8,30             | 0,0217          | 7,50                | 0,0222          |
| 8  | 5000 | 10,50            | 0,0295          | 9,75                | 0,0294          |
| 9  | 5500 | 14,20            | 0,0296          | 13,40               | 0,0295          |
| 10 | 6000 | 15,30            | 0,0301          | 14,56               | 0,0299          |

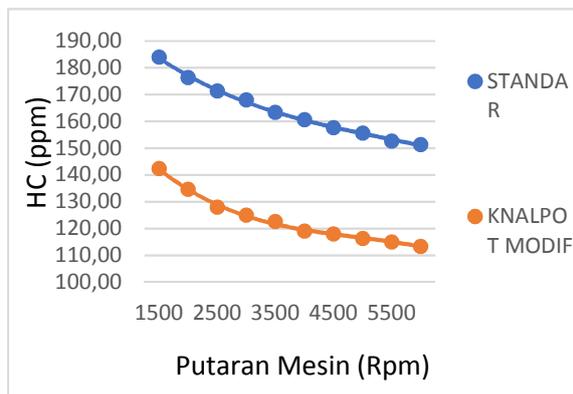
Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa terjadi perubahan pada emisi gas buang CO dan HC setelah diaplikasikan knalpot spongetseel. Pada data knalpot standar kadar CO dan HC cukup tinggi namun setelah diaplikasikan knalpot spongesteel emisi gas buang CO dan HC turun secara drastis.

**B. Grafik CO Vs Putaran Mesin**



Berdasarkan Grafik di atas dapat disimpulkan terjadi perubahan yang signifikan pada emisi gas buang CO yang dihasilkan dari knalpot standar dengan knalpot berbasis sponge Steel. Dapat dilihat penurunan terbesar ada pada rpm 1500 dari 5,14% menjadi 3,02% setelah diaplikasikan knalpot spongesteel. Dalam reaksi penurunan CO seharusnya CO dibakar menjadi CO<sub>2</sub> akan tetapi ada sebagian C yang terdeposit dan menempel menjadi kerak pada sponge steel

**C. Grafik HC Vs Putaran Mesin**

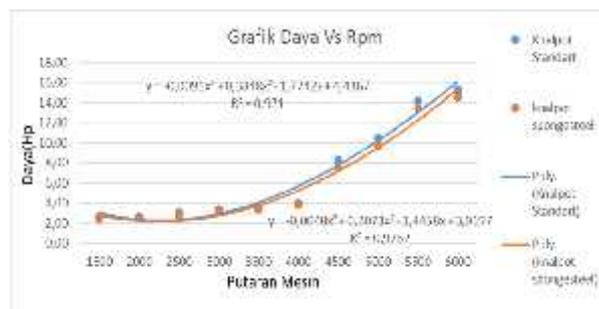


Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa terjadi perbedaan HC yang signifikan antara knalpot standart dengan knalpot spongesteel. Terjadi penurunan yg signifikan pada putaran idle. Dari angka 184,00 ppm pada knalpot standart menjadi 142,33 ppm pada knalpot spongesteel. Hal itu disebabkan karena senyawa HC bereaksi dengan O<sub>2</sub> dan menghasilkan H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub>

**D. Data Pengujian Daya dan SFC**

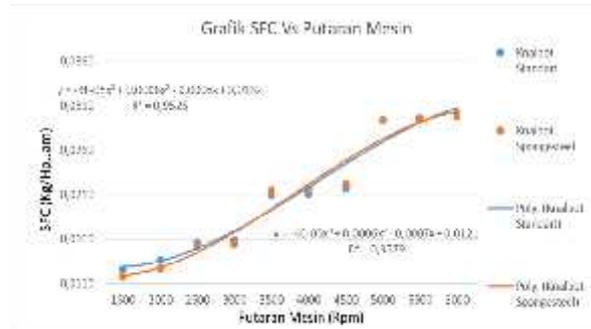
Berdasarkan Tabel di atas dapat disimpulkan ada perubahan Daya dan SFC. Adanya penurunan daya diakibatkan oleh banyak sekat yang ada pada knalpot *spongesteel*. Sehingga terjadi penurunan Daya dan SFC saat diaplikasikan knalpot *spongesteel*. Untuk melihat secara jelas perubahan Daya dan SFC bisa dilihat pada grafik di bawah ini.

**E. Grafik Daya Vs Putaran Mesin**



Dari grafik di atas dapat dilihat adanya penurunan daya pada rpm 2000 saat diaplikasikan knalpot *spongesteel* tapi tidak terlalu signifikan dari knalpot standart. Dengan adanya banyak sekat dalam knalpot *spongesteel* dan lubang aliran gas buang yang terlalu kecil terjadi sedikit hambatan aliran gas buang sehingga adanya penurunan daya.

**F. Grafik SFC Vs Putaran Mesin**



Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui adanya perbedaan SFC saat diaplikasikan knalpot

*spongesteel*. Terjadi penurunan SFC sebesar 3,12% dari knalpot standart saat diaplikasikan knalpot *spongesteel*. Menurut hasil analisa statistik menggunakan *t-Test:Two-Sample Assuming Unequal Variances*, maka dapat disimpulkan perbedaan sfc antara knalpot standart dengan knalpot *spongesteel* tidak terlalu signifikan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Dengan pengaplikasian knalpot *spongesteel* pada motor bensin 200cc terjadi penurunan konsentrasi gas CO yang cukup signifikan sebesar 29,70 % dan pada emisi gas buang HC terjadi penurunan sebesar 24,42% dibandingkan dengan knalpot *standart*.
- 2) Dengan pengaplikasian knalpot *spongesteel* terjadi penurunan daya tetapi tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan knalpot *standart*. Dari hasil pengujian daya didapatkan angka penurunan sebesar 5,64% dibandingkan dengan knalpot *standart*. Penurunan ini diakibatkan banyaknya sekat yang ada dalam knalpot *spongesteel* membuat aliran gas buang sedikit terhambat.
- 3) Dapat diketahui ada penurunan SFC pada saat diaplikasikan knalpot *spongesteel* sebesar 3,12% dibandingkan dengan knalpot *standart*. Penurunan tersebut tidak terlalu signifikan, menurut analisis statistik uji-t dianggap tidak ada perbedaan.

### B. Saran

Untuk penelitian lebih lanjut penyusun memberi saran sebagai berikut:

- 1) Pada penelitian ini terjadi penurunan daya yang tidak terlalu signifikan, tetapi ada baiknya untuk penelitian selanjutnya agar melakukan perubahan desain pada sekat sekat knalpot *spongesteel* untuk mendapatkan desain yang lebih sempurna dan tidak menghambat aliran gas buang sehingga didapatkan emisi yang bagus dan juga adanya peningkatan daya.
- 2) Pada penelitian selanjutnya diharapkan penelitian dengan menambah variasi gas buang selain yang telah diuji seperti O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, dan Nox

## DAFTAR PUSTAKA

Adi Imam, M., 2017. *Pengaruh Sponge Stell Dan Batu Zeolite Aktif Terhadap Pernurunan*

*Emisi Gas Buang*. Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

Basuki, Kris Tri. 2007. *Penurunan Konsentrasi HC Dan SO 2 Pada Emisi Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan TiO 2 Lokal Yang Disisipkan Karbon Aktif*. Yogyakarta: Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan – BATAN. ISSN: 02163128.

Deftya. 2013. *Analisis Panas Knalpot Berbasis Spongesteel*. Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.

Elsa, M. Fahrul., dan R. Mutiara. 2010. *Emisi Hasil Pembakaran*. <http://nayhndy.wordpress.com/2011/01/18/emisi-hasil-pembakaran/>

Heisler , 1995, *Advanced Engine Tecnology Hodder Headline Group*, London.

Krisdianto, D., A. Purwanto., dan Sumarna. 2011. *Profil Perubahan Tekanan Gas Terhadap Suhu pada Volume Tetap*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA. Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta: F207-F212.

Kusuma, G.B.W. 2002. *Alat Penurun Emisi Gas Buang pada Motor, Mobil, Motor Tempel Dan Mesin Pembakaran Tak Bergerak*. Makara, Teknologi, VOL. 6. NO. 3: 95-101.

Lovinska, W. 2012. *Fungsi knalpot*. <http://k2otomotif.blogspot.com/2012/02/fungsi-knalpot-sejarahnyafungsi.htm>.

Muharam. A., G. Priandani., dan S. Khairunnisa. 2012. *Stainless steel : Dominasi Era Modern*

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara.

Saepudin, Aep. 2004. *Pengaruh Catalytic Converter pada Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor*. Prosiding Konfrensi Nasional Tenaga Listrik dan Mekatronik ke- 1, ISSN 1829-7854: 173-180.

Sarjono, Dedik Kusnanto. 2017 *Studi Eksperimen Penggunaan Knalpot Berbasis Sponge Steel Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor 4 Langkah*. *Science and Engineering National Seminar 3 (SENS3)*, ISBN: 978-602-0960-61-6

- Sastrawijaya, A.T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Seto Berlian. 2013. *Perancangan Knalpot Berbasis Sponge Steel Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor*. Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.
- Siswantoro, Lagiyono, dan Siswiyanti. 2014. *Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium Dengan Variasi Penambahan Zat Aditif*. Springer - Verlag New York Inc, 1970, *Catalyst Handbook*. Walfe Scintific Book, London - England.
- Sugiarti. 2009. Gas Pencemar Udara Dan Pengaruhnya Bagi Kesehatan Manusia. *Jurnal Chemica* Vol. 10.No. 1. 2009. Hal 50-58.
- Yuniarto, A.W 2017. *Pengujian Daya dan Emisi Gas Buang*, Malang: Poliema Press