

PENGARUH DIAMETER PIPA SALURAN GAS BUANG TIPE *STRAIGHT THROW MUFFLER* TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENSIN EMPAT LANGKAH

Andi Sanata ¹

ABSTRACT

Exhaust muffler system is commonly called is one vital part of a motor vehicle. This serves as an exhaust silencer is removed from the machine until at a certain noise level permitted with little possibility of a decline in torque and engine power. This study aims to determine the influence of the exhaust pipe diameter of straight throw gasoline engine performance, pressure, exhaust gas flow rate and intensity of noise generated. From the results of research in getting that throw straight exhaust pipe diameter which was able to improve gasoline engine performance, pressure, flow rate of exhaust gas and noise intensity. This is evident from the results of research that shows that there was an increase by using a exhaust pipe diameters greater straight throw.

Keywords: exhaust pipe, exhaust silencer and straight throw.

PENDAHULUAN

Berbagai modifikasi dilakukan untuk meningkatkan performansi motor bakar bensin. Modifikasi tersebut antara lain adalah mengurangi berat *flywheel*, mengurangi ketinggian silinder head, memperbesar piston, memperbesar klep masuk dan keluar buang, mengaluskan *intake manifold*, mengganti *intake manifold* dengan produk variasi yang lebih pendek, mengganti sistem pengapian, mengganti knalpot (*exhaust*) dan masih banyak lagi lainnya. Mengganti knalpot (*exhaust*) merupakan modifikasi yang termudah untuk dilakukan.

Exhaust system yang biasa disebut knalpot merupakan salah satu bagian vital dari sebuah kendaraan bermotor. Knalpot ini berfungsi sebagai peredam suara yang dikeluarkan dari mesin sampai pada tingkat kebisingan tertentu yang diijinkan dengan sedikit mungkin kehilangan atau penurunan torsi serta daya mesin kendaraan.

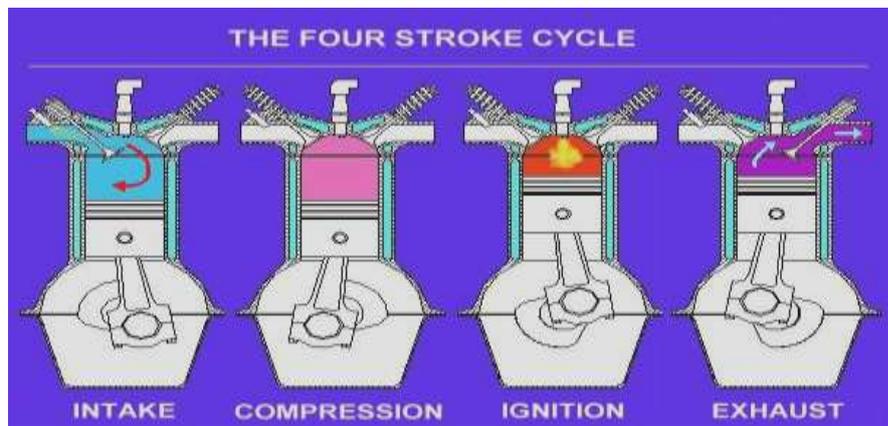
Gas buang sepeda motor disalurkan melalui knalpot ke udara luar. Bagian dalam knalpot dikonstruksi sedemikian rupa sehingga selain menampung gas buang knalpot juga dapat meredam suara (*silencer*). Biasanya melakukan perubahan (modifikasi) panjang dan diameter knalpot akan mempengaruhi kemampuan sepeda motor.

TINJAUAN PUSTAKA

Motor bakar torak merupakan salah satu jenis penggerak mula, yaitu mesin yang menggunakan energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau yang mengubah energi termal menjadi energi mekanik. Energi termal tersebut diperoleh dari hasil pembakaran. Proses pembakaran pada motor bakar torak berlangsung didalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja.

Motor bensin merupakan motor bakar torak yang menggunakan bahan bakar bensin. Pada proses pembakarannya, motor bensin menggunakan busi untuk penyalaan pengapiannya. Motor bensin empat langkah disebut juga motor otto adalah mesin yang dalam satu siklus kerjanya dilakukan dalam empat langkah torak, yaitu langkah isap, langkah kompresi, langkah kerja, dan langkah buang.

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember



Gambar 1. Siklus empat langkah motor bensin

Proses kerja motor bakar empat langkah adalah dalam dua kali putaran poros engkol menghasilkan satu kali kerja dan dalam dua kali putaran poros engkol tersebut terjadi langkah isap, langkah kompresi, langkah kerja, dan langkah buang. Sistem pembuangan adalah saluran untuk membuang sisa hasil pembakaran pada mesin pembakaran dalam. Sistem pembuangan terdiri dari beberapa komponen, minimal terdiri dari satu pipa pembuangan yang di Indonesia dikenal juga sebagai knalpot yang diadopsi dari bahasa Belanda atau saringan suara.

Desain saluran pembuangan dirancang untuk menyalurkan gas hasil pembakaran mesin ketempat yang aman bagi pengguna mesin. Gas hasil pembakaran umumnya panas, untuk itu 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. Meskipun tampak sederhana, desain sistem pembuangan cukup berpengaruh terhadap performa mesin.



Gambar 2. Knalpot sepeda motor empat langkah

Konsep dari penelitian ini adalah dengan mengganti pipa knalpot standar dengan pipa knalpot straight throw diameter ½ inch, ¾ inch, 1 inch, 1¼ inch, dan 1½ inch untuk mengetahui pengaruh dari unjuk kerja motor bensin empat langkah, seperti ;

a. Torsi (T)

Torsi merupakan ukuran kemampuan mesin untuk menghasilkan kerja. Torsi merupakan perkalian gaya tangensial dengan lengannya.

$$T = F \times L \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \quad (1)$$

dimana,

T = torsi (N . m)

F = Beban *Dynamometer* (N).

L = Panjang lengan *Dynamometer* (m)

b. Daya Efektif Motor, Ne atau (*brake horse power/bhp*)

Daya efektif motor adalah besarnya kerja motor atau ukuran kemampuan dari suatu mesin untuk menghasilkan daya yang diberikan oleh poros penggerak selama waktu tertentu.

$$\begin{aligned} Ne &= \frac{T \times 2 \times \pi \times n}{60 \times 75} = \frac{T \times 2 \times \pi \times n}{4500} \\ &= \frac{T \times n}{716,2} \quad \text{HP} \end{aligned} \quad (2)$$

Keterangan:

Ne = daya efektif (HP).

T = torsi (kg . m).

n = putaran poros (rpm).

c. Komsumsi Bahan Bakar Spesifik efektif (*Specific Fuel Consumption effective - SFCe*)

Konsumsi bahan bakar pada motor bakar atau mesin diukur dengan menggunakan tabung ukur yang disebut meter alir, disana bahan bakar dialirkan melalui tabung ukur yang diketahui volumenya ini dan kemudian dilihat waktu yang diperlukan untuk menghabiskannya sebesar volume tersebut. Konsumsi bahan bakar tersebut dikonversikan kedalam kg/jam dengan rumusan sebagai berikut:

$$Fc = \frac{b}{t} \times \gamma_f \times \frac{3600}{1000} \quad (\text{kg/jam})$$

Dimana,

Fc = konsumsi bahan bakar (kg/jam)

b = volume bahan bakar selama t detik (ml)

t = waktu untuk menghabiskan bahan bakar sebanyak b ml (dt)

γ_f = berat spesifik bahan bakar (gr/ml)

Dari nilai konsumsi bahan bakar (Fc) didapat *specific fuel consumption effective* (SFCe) dengan persamaan sebagai berikut:

$$SFCe = \frac{Fc}{Ne} \quad (\text{Kg/HP.jam}) \quad (3)$$

Dimana,

SFCe = konsumsi bahan bakar spesifik yang efektif (Kg/HP.jam)

Fc = konsumsi bahan bakar (kg/jam)

Ne = daya efektif (HP)

d. Effisiensi *Thermal* (η_e)

Effisiensi *thermal* adalah ukuran besarnya pemanfaatan energi panas yang tersimpan dalam bahan bakar untuk diubah menjadi daya efektif oleh motor pembakaran dalam. Secara teoritis dituliskan dalam persamaan berikut:

$$\eta_e = \frac{Q_e}{Q_b} = \frac{632 \cdot Ne}{Fc \cdot LHV_{bb}} = \frac{632}{SFCe \cdot LHV_{bb}} \quad (\%) \quad (4)$$

dimana,

η_e = efisiensi termal efektif (%)

Qe = jumlah kalor yang digunakan untuk daya efektif (kkal . kg⁻¹)

Qb = jumlah kalor dari pembakaran bahan bakar dan udara (kkal . kg⁻¹)

LHV_{bb} = nilai kalor rendah bahan bakar (kkal . kg⁻¹)

e. Tekanan (P) dan Kecepatan Aliran Gas buang (C)

Fluida (zat alir) adalah zat yang dapat mengalir, *misalnya zat cair dan gas*. Fluida dapat digolongkan dalam dua macam, yaitu fluida statis dan dinamis. Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang dilakukan zat cair pada bidang dasar tempatnya. Besarnya tekanan hidrostatik zat cair dipengaruhi beberapa faktor, yaitu kedalaman, massa jenis zat cair, dan percepatan gravitasi. Persamaan tekanan hidrostatik dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$P = \rho \cdot g \cdot \Delta h \quad (5)$$

Keterangan:

- P : tekanan hidrostatik (Pascal)
 ρ : massa jenis zat cair (kg/m³)
 g : percepatan gravitasi (m/s²)
 Δh : perubahan ketinggian zat cair (m)

Menentukan densitas udara (ρ_{udara}) dapat dihitung dari persamaan:

$$p = \rho_{\text{udara}} \times R \times T$$

maka, $\rho_{\text{udara}} = p/RT$ (Mathur dan Sharma, 1980 : hal 531)

Kecepatan udara berdasarkan beda tekanan manometer pada saluran masuk/ keluar udara dihitung menggunakan rumus:

$$C = \sqrt{2 g H_{\text{udara}}} \quad (\text{Mathur dan Sharma, 1980 hal 530-531})$$

dimana H adalah perbedaan head udara yang disebabkan oleh aliran. Perbedaan head ini diukur dengan satuan kolom air sehingga harus dikonversi ke kolom udara, maka :

$$p = H_{\text{air}} \times 1 \times \rho_{\text{air}} = H_{\text{udara}} \times 1 \times \rho_{\text{udara}}$$

$$H_{\text{udara}} = H_{\text{air}} \times \rho_{\text{air}} / \rho_{\text{udara}},$$

sehingga persamaan di atas dapat ditulis:

$$C = \sqrt{\frac{2g(H_{\text{air}} \times \rho_{\text{air}})}{\rho_{\text{udara}}}} \quad (6)$$

Dimana,

- C = kecepatan aliran gas (m/s)
 ρ_{udara} = massa jenis udara (kg/m³)
 ρ_{air} = massa jenis air (1000 kg/m³)
 H = tinggi kolom air pada manometer (m)
 g = percepatan gravitasi (9,81 m/s²)
 p = Tekanan udara (kg/cm²)
 R = Konstanta gas (kg.m/ kg.K)
 T = Temperatur ruang (K)

f. Intensitas Kebisingan (dB)

Kebisingan yaitu bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (KepMenLH No.48 Tahun 1996) atau semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran (Kep Men Naker No.51 Tahun 1999).

Pengukuran tingkat kebisingan menggunakan alat yang disebut *Sound Pressure Level* atau juga *Sound Level Meter*.

METODOLOGI

Penelitian ini akan digunakan metode eksperimental. Adapun langkah langkah pengujian yang dilakukan diantaranya adalah :

- a. Mesin dinyalakan beberapa saat dengan menggunakan knalpot standar sampai kondisi siap kerja.
- b. Buka throttle dengan pengaturan 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, dan 8000 rpm untuk pengambilan data konsumsi bahan bakar spesifik.
- c. Pengujian diulang dengan mengganti knalpot dengan knalpot uji diameter pipa ½ inch, ¾ inch, 1 inch, 1¼ inch , dan 1½ inch.
- d. Pengujian tekanan gas buang dan kecepatan aliran gas buang, dengan melihat perubahan ketinggian air pada *manometer* tabung terbuka (pipa U) dan mengukur suhu dari gas buang tersebut pada putaran mesin 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000 rpm.
- e. Pengujian intensitas kebisingan (dB), dengan menggunakan alat uji *sound level meter*.
- f. Melakukan pencatatan dari hasil data yang diperoleh, yaitu ; torsi, unjuk kerja mesin, konsumsi bahan bakar, tekanan dan kecepatan aliran gas buang serta tingkat kebisingan.
- g. Mengulangi semua percobaan hingga total percobaan 3 kali.

Spesifikasi teknik motor bensin empat langkah ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi motor bensin empat langkah

Diameter x langkah	49 x 54 mm
Daya maksimum	8,3 HP / 8.000 rpm
Torsi maksimum	6.500 rpm
Jumlah silinder	1 (satu)
Volume langkah	101,8 cc
Perbandingan kompresi	9 : 1
Sistem pengapian	CDI AC

Sedangkan alat dan bahan yang digunakan adalah :

- a. *Motor Cycle Dinamometer*
- b. Buret
- c. *Stop watch*
- d. Seperangkat computer
- e. *Blower*
- f. *Sound level meter* merk RION NA-26
- g. *Manometer* tabung terbuka (Pipa U)
- h. *Digital multimeter*
- i. Knalpot standar pabrik Yamaha Vega
- j. Knalpot uji adalah knalpot standar dengan pipa berdiameter ½ inch, ¾ inch, 1 inch, 1¼ inch , dan 1½ inch. Bahan dari pipa knalpot uji adalah baja karbon sedang dengan dimensi 1 mm.
- k. Bahan bakar premium dengan nilai oktan standar Pertamina

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian menggunakan mesin sepeda motor 102 cc satu silinder yang dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dari gambar 3, torsi optimum 7 N.m dengan knalpot uji 1¼ inch dan 1½ inch di 6000 rpm dan torsi minimum 5,5 N.m dengan knalpot standar di 6000 rpm. Dari gambar 4 daya optimum 6,5 HP dengan knalpot uji 1¼ inch , dan 1½ inch di 7000 rpm, dan daya minimum 5,2 HP dengan knalpot standar di 7000 rpm. Terjadi peningkatan torsi sebesar 27,3 %, dan peningkatan daya sebesar 25% dibandingkan dengan knalpot standar, hal ini dimungkinkan tekanan balik (*back pressure*) dapat diminimalisir sehingga gas buang dapat keluar dengan mudah secara keseluruhan dalam waktu yang bersamaan.

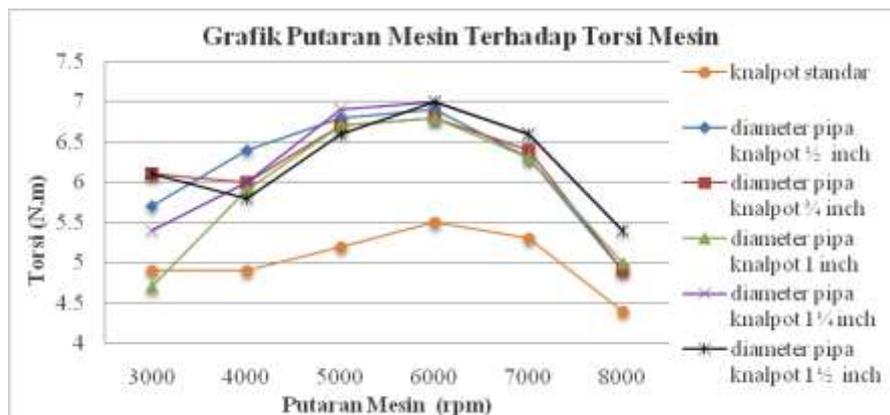
Dari gambar 5, SFCE tertinggi 0,21 kg . HP⁻¹ . jam⁻¹ di 8000 rpm dengan knalpot standar, sedangkan SFCE terbaik 0,15 kg . HP⁻¹ . jam⁻¹ di 8000 rpm dengan knalpot uji 1¼ inch. Terjadi penurunan SFCE dengan knalpot uji 1¼ inch sebesar 28,6 % dibandingkan dengan penggunaan knalpot standar, ini menunjukkan lebih ekonomis pemakaian bahan bakar dengan knalpot uji dikarenakan pada konsumsi bahan bakar spesifik efektif (SFCE), daya yang dihasilkan berbanding terbalik dengan konsumsi bahan bakar.

Dari gambar 6, Efisiensi termal efektif terbaik 47,89 % di 5000 rpm dengan knalpot uji ¾ inch dan Efisiensi thermal efektif terendah 26,65 % di 5000 rpm dengan knalpot standar. Knalpot uji meningkatkan efisiensi termal efektif dibandingkan dengan penggunaan knalpot standar.

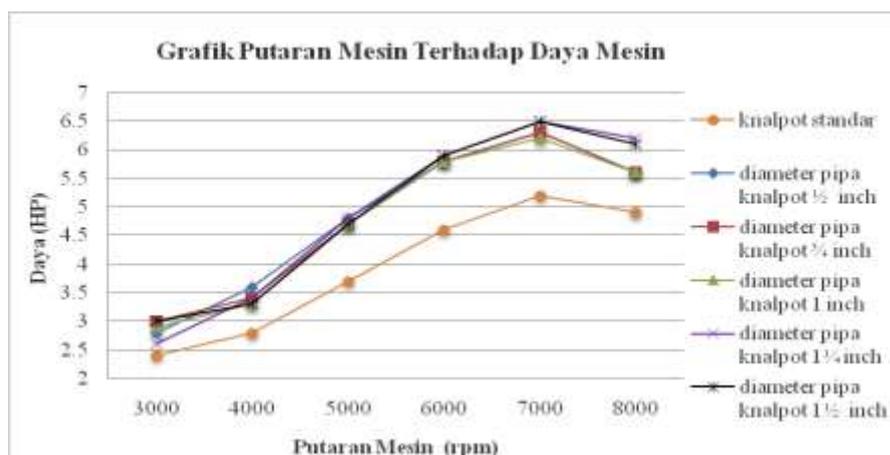
Dari gambar 7, P tertinggi 2305,35 Pa di 8000 rpm dengan knalpot uji ½ inch dan P terendah dicapai 1275,3 Pa di 8000 rpm dengan knalpot uji 1 inch. Sedangkan P pada penggunaan knalpot standar sebesar 1749,45 Pa. Terjadi peningkatan tekanan dengan penggunaan knalpot uji ½ inch sebesar 31,8% dibandingkan dengan knalpot standar.

Dari gambar 8, kecepatan aliran gas buang tertinggi 43,88m/s di 8000 rpm dengan knalpot uji ½ inch dan kecepatan aliran gas buang terendah 12,23m/s di 8000 rpm dengan knalpot uji 1½ inch. Sedangkan dengan knalpot standar, kecepatan aliran gas buang 31,13m/s di 8000 rpm. Terjadi peningkatan kecepatan aliran gas buang dengan knalpot uji ½ inch sebesar 40,9% dibandingkan dengan knalpot standar, semakin besar diameter pipa knalpot uji *straight throw* maka kecepatan aliran gas buang (C) yang dihasilkan semakin kecil.

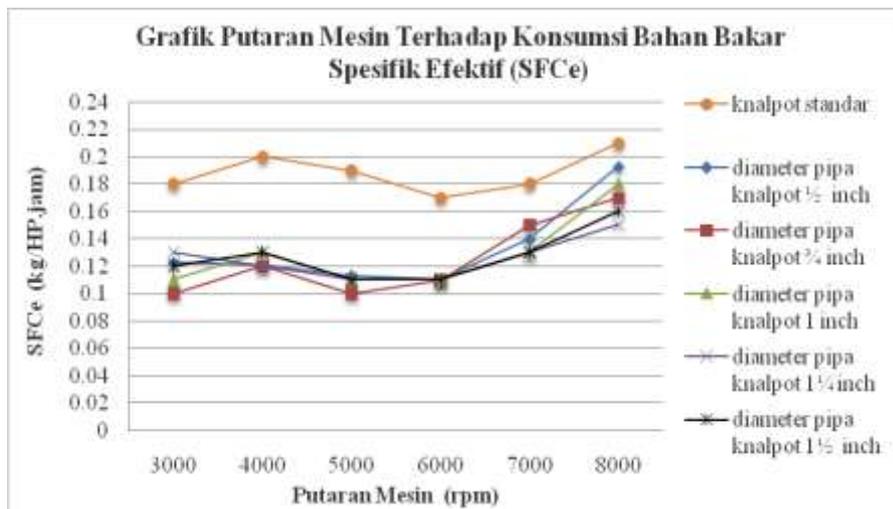
Dari gambar 9, intensitas kebisingan (dB) tertinggi 106,4 dB di 8000 rpm dengan knalpot uji 1½ inch dan intensitas kebisingan (dB) terendah 96,2 dB di 8000 rpm dengan knalpot standar. Terjadi peningkatan dB pada knalpot uji 1½ inch sebesar 10,6% dibandingkan dengan knalpot standar. Semakin besar diameter pipa knalpot uji maka suara yang dihasilkan dari knalpot tersebut akan semakin tinggi atau intensitas kebisingannya semakin meningkat juga.



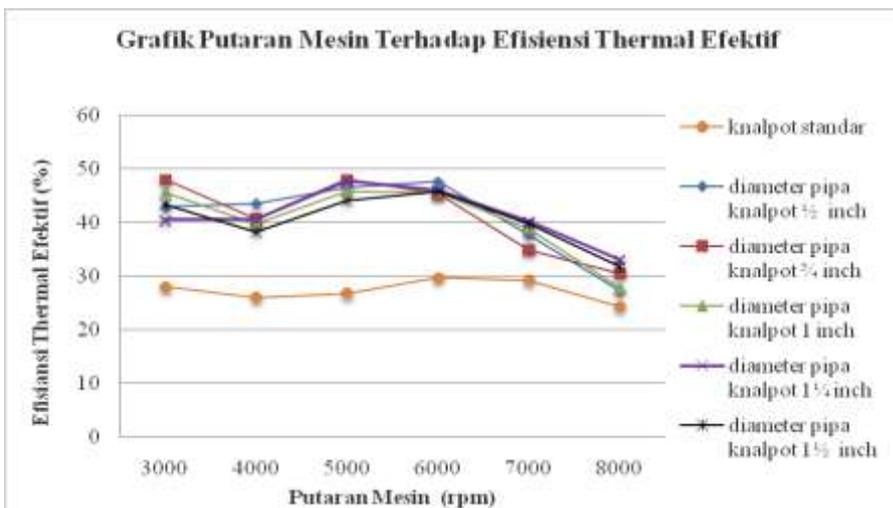
Gambar 3. Grafik putaran mesin terhadap Torsi



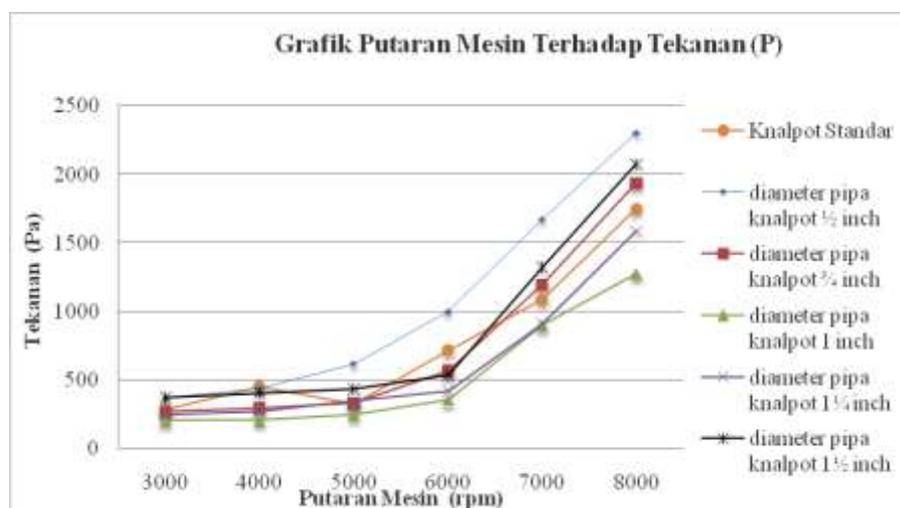
Gambar 4. Grafik putaran mesin terhadap Daya



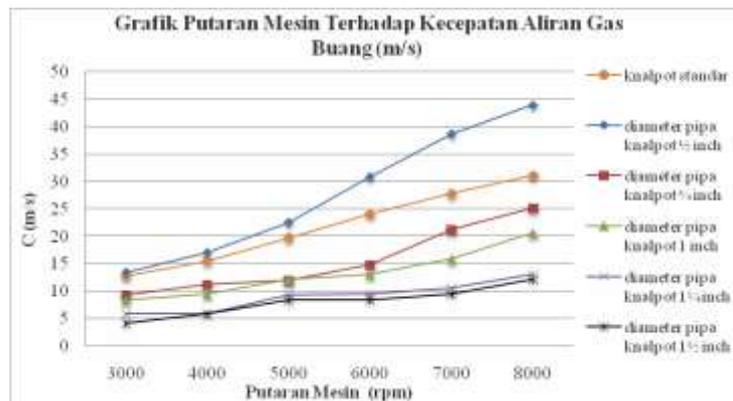
Gambar 5. Grafik putaran mesin terhadap SFCe



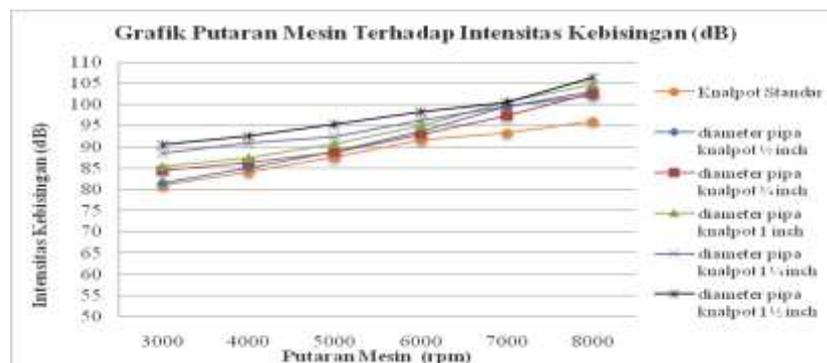
Gambar 6. Grafik putaran mesin terhadap efisiensi thermal efektif



Gambar 7. Grafik putaran mesin terhadap Tekanan (P)



Gambar 8. Grafik putaran mesin terhadap kecepatan aliran gas buang (C)



Gambar 9. Grafik putaran mesin terhadap intensitas kebisingan (dB)

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dihasilkan peningkatan torsi sebesar 27,3 %, daya sebesar 25% dengan penggunaan knalpot uji 1/4 inch dan 1/2 inch, efisiensi termal efektif sebesar 26,65 % dengan knalpot uji 3/4 inch, tekanan sebesar 31,8% dengan knalpot uji 1/2 inch, kecepatan aliran gas buang sebesar 40,9% dengan knalpot uji 1/2 inch, dan intensitas kebisingan sebesar 10,6% dengan knalpot uji 1 1/2 inch dibandingkan dengan penggunaan knalpot standar. Sedangkan terjadi penurunan SFCE dengan penggunaan knalpot uji dibandingkan dengan knalpot standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto, 1983, Penggerak Mula, Penerbit ITB, Bandung
- Mohiuddin, A. K. M., Ideres, M. R., dan Hashim, S. M. 2005. *Experimental Study of Noise and Back Pressure for Silent Design Characteristics*. Malaysia: International Islamic University Malaysia.
- Pardadi, Janu. 2005. *Pengaruh Rancang Bangun Muffler Terhadap Peredaman Suara dan Unjuk Kerja Mesin*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Mesin FT-UGM Yogyakarta.
- Sharma, R.P & Mathur, M.L. 1980. *Internal Combustion Engine*. New Delhi. Hanpar Rai & Sons.
- Google. 2010. / tekanan fluida-gudang ilmu fisika gratis. [http://id.google/tekanan fluida](http://id.google/tekanan%20fluida). [26 Juli 2010]
- Situs Web soloboys. 2010. <http://www.soloboys.blogspot.com/> modifikasi knalpot dan tekanan balik gas buang /. [22 Januari 2010]
- Situs Web S2W Community. 2010. [http:// www. S2W_Community. org/artikel/knalpot/tes kebisingan knalpot buat harian seberapa berisik](http://www.S2W_Community.org/artikel/knalpot/tes%20kebisingan%20knalpot%20buat%20harian%20seberapa%20berisik). [17 Maret 2010].
- Wikipedia. 2008. /sistem pembuangan. [http://id.wikipedia.org/wiki/sistem pembuangan](http://id.wikipedia.org/wiki/sistem%20pembuangan). [22 Januari 2010]