

PENGARUH VARIASI *BORING* SILINDER LINER TERHADAP PERFORMA MOTOR 4 TAK 113 CC

Denis Nurdiansyah¹, Kosjoko, S.T., M.T.², Ir. Sihmanto, M.T.³

Abtrak

Silinder liner merupakan bagian dari blok silinder yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses kerja *engine*. Pada bagian ini terjadi proses kerja hisap, kompresi, usaha dan buang. Setelah pemakaian beberapa lama, sebuah motor pembakaran dalam mengalami tingkat keausan tertentu, sehingga *clearance* antara piston dan silinder liner mencapai batas toleransi yang diijinkan sehingga performa motor turun. Untuk meningkatkan performa motor, maka perlu dilakukan *boring* yaitu proses pembesaran diameter dinding silinder liner dan *oversize* adalah proses mengganti piston dengan diameter yang lebih besar dari ukuran sebelumnya. Hasil pengujian mesin dengan menggunakan silinder liner *boring* 0,50 mm, 1,00 mm dan 1,50 mm diperoleh performa yang naik secara signifikan dibandingkan dengan mesin yang masih standar. Torsi tertinggi terdapat pada silinder liner *boring* 1,50 mm sebesar 1,26 kg.m (12,35 N.m), torsi terendah terdapat pada silinder liner standar sebesar 0,54 kg.m (4,41 N.m). Daya maksimum terdapat pada silinder liner *boring* 1,50 mm sebesar 6.250 Hp dan daya minimum terdapat pada silinder liner standar sebesar 4.397 Hp. Nilai konsumsi bahan bakar efektif yang optimum pada tiap silinder liner terdapat pada putaran mesin 5000 rpm. Tekanan efektif rata-rata mesin turun setiap kali pertambahan putaran mesin. Tetapi yang membedakan adalah volume langkah pada tiap silinder liner. Efisiensi termal efektif yang optimum terdapat pada putaran mesin 4000 – 6000 rpm tiap silinder liner.

Kata kunci: Silinder Liner, *Boring*, *Oversize*, Torsi, Daya, Tekanan Efektif Rata-Rata, SFCe, Efisiensi Termal Efektif.

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Setelah beberapa lama pemakaian, sebuah motor pembakaran dalam mengalami tingkat keausan tertentu sehingga *clearance* antara piston dan silinder liner mencapai batas toleransi yang diijinkan. Bila *clearance* telah melewati toleransi yang diijinkan maka kompresi akan berkurang (bocor), untuk mengatasi hal tersebut maka dilakukan proses *oversize*. Untuk melakukan proses *oversize* maka dilakukan *boring* yaitu proses pembesaran diameter dinding silinder liner. Umumnya ukuran *boring* silinder liner adalah 0,25 mm – 1,00 mm, tapi di masyarakat pada masa sekarang *boring* silinder liner dapat dilakukan melebihi batas pada umumnya, yaitu bisa mencapai 2 mm atau bisa dikatakan *oversize* 200.

1.2.Perumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana Pengaruh Variasi *Boring*

Silinder Liner Terhadap Performa Motor 4 Tak 113 CC.

1.3.Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui Pengaruh Variasi *Boring* Silinder Liner Terhadap Performa Motor 4 Tak 113 CC.

1.4.Manfaat

- Mendapatkan performa mesin pada motor bakar yang baik sesuai dengan keinginan.
- Sebagai informasi dan pertimbangan bagi masyarakat pengguna kendaraan bermotor.
- Sebagai literatur untuk penelitian selanjutnya.

1.5.Batasan Masalah

Batasan masalah sebagai berikut:

1. Mesin yang digunakan adalah mesin 4 tak 113cc
2. Bahan bakar yang digunakan adalah premium

3. Prestasi kerja motor bakar bensin yang dianalisa meliputi momen torsi, daya, konsumsi bahan bakar, tekanan rata-rata efektif, dan efisiensi termal efektif.
4. Variasi silinder liner yang digunakan adalah silinder liner standart pabrikan dan silinder liner *boring* 0,50mm, 1mm, 1,5mm.

LANDASAN TEORI

2.1. Silinder Liner

Slinder liner merupakan bagian dari blok silinder yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses kerja engine. Dimana pada bagian ini terjadi proses kerja proses kerja hisap, kompresi, kerja dan buang. Karena apabila terjadi kebocoran kompresi diruang bakar hal ini dapat berakibat pada tenaga yang dikeluarkan motor menjadi berkurang dan juga selain itu system pembakaran diruang bakar juga menjadi tidak sempurna dimana pelumas atau oli mesin juga ikut terbakar (Kirono S & Julianto A, 2014).

2.2. Motor Bakar

Motor bakar merupakan suatu mekanisme yang merubah energi kimia menjadi energi panas selanjutnya dirubah menjadi energi mekanik. Dilihat dari proses pembakarannya ada 2 yaitu motor pembakaran luar dan motor pembakaran dalam. Dan jika menurut dari jenis bahan bakarnya motor bakar dibagi menjadi 2 yaitu motor bensin dan motor diesel (Krishna IDM & Sukadana IGK, 2009).

2.3. Motor Bensin

Dalam motor bensin, campuran bahan bakar dan udara dihisap kedalam silinder. Kemudian dikompresikan oleh torak saat bergerak ke titik mati atas. Karena adanya proses pembakaran yang disebabkan oleh percikan bunga api dari busi, maka akan menghasikan temperatur dan tekanan gas yang besar, yang mendorong torak untuk berekspansi menuju titik mati bawah. Dari gerak bolak balik (*displacemet*) torak dirubah menjadi gerak putar pada poros engkol melalui batang torak (Krishna Muku & Sukadana, 2009 hal 2).



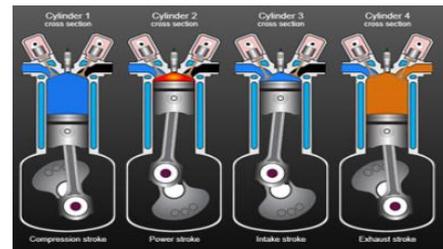
Gambar 2.1 Torak dan Mekanisme Cranking

2.4. Motor 4 Tak

Motor bakar 4 tak (langkah) di setiap siklus kerjanya diselesaikan dalam empat langkah torak dan dua kali putaran poros engkol. Cara kerja motor 4 tak adalah sebagai berikut:

- Langkah penghisapan
- Langkah kompresi
- Langkah usaha/kerja
- Langkah pembuangan

(Daryanto, 2004 hal 2).



2.5. Prestasi Mesin

Prestasi mesin pada umumnya dinyatakan dalam bentuk grafik yang melukiskan antara dua parameter, misalnya antara daya dengan putaran. Dengan demikian prestasi mesin dapat dibuat sebagai grafik prestasi.

Parameter yang dibahas uantuk mengetahui kinerja mesin dalam motor 5 langkah adalah:

1. Torque (T)
2. Daya Efektif (Ne)
3. *Spesifik Fuel Consumption*(SFC)
4. Tekanan efektif rata-rata (P_e)
5. Effisiensi Thermal Efektif (η_e)

2.6. Torque (T)

Torque merupakan gaya putar yang dihasilkan oleh poros mesin. Besarnya *Torque* dapat diukur menggunakan alat *dynamometer*. Besarnya Torque dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T = I \cdot a \dots\dots\dots(1)$$

Dimana,
 T = momen yang dihasilkan (N.m)
 I = inersia roller (N/m²)
 a = percepatan sudeut (rad/sec²)

2.7. Daya Efektif (Ne)

Daya efektif adalah daya yang keluar dari poros mesin atau sering disebut sebagai daya poros yang digunakan untuk menggerakkan beban. Daya poros dibangkitkan oleh daya indikator yang merupakan tenaga gas hasil pembakaran yang menggerakkan torak. Maka daya efektif dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$N_e = \frac{P_e \times V_L \times z \times n \times a}{450000} (HP) \dots\dots(2)$$

(Arismunandar W.1983)

Dimana,
 Ne = daya efektif (Hp)
 Pe = tekanan rata-rata kg/cm²
 VL = volume langkah = $\frac{\pi \times D^2 \times L}{4} (cm^3)$
 D = diameter silinder (mm)
 L = langkah torak (mm)
 z = jumlah silinder
 n = putaran mesin (rpm)
 a = jumlah putaran poros engkol dalam satu siklus kerja (1 untuk motor 2 tak, 1/2 untuk motor 4 tak).

2.8. Spesifik Fuel Comsumtion (SFC)

Kunsumsi bahan bakar efektif (SFCe) menyatakan laju konsumsi bahan bakar pada suatu motor bakar torak. Pada umumnya dinyatakan dalam jumlah massa bahan bakar persatuan keluaran daya, atau dapat didefenisikan dengan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh motor bakar untuk menghasilkan tenaga sebesar 1HP dalam waktu satu jam. Semakin tinggi nilai *Spesifik Fuel Comsumtion* (SFCe) maka keekonomisan penggunaan bahan bakar semakin rendah. Rumus konsumsi bahan bakar sebagai berikut:

$$Fc = \frac{V}{t} \cdot \gamma f \cdot \frac{3600}{1000} (kg \cdot jam^{-1}) \dots\dots(3)$$

Dimana,
 Fc = konsumsi bahan bakar (kg/jam)
 V = volume bahan bakar selama t detik (ml)

t = waktu untuk menghabiskan bahan bakar (dt)
 γf = berat spesifik bahan bakar (gr/ml)

Dari nilai konsumsi bahan bakar (Fc) didapat *Spesifik Fuel Comsumtion* (SFCe) dengan rumus sebagai berikut:

$$SFCE = \frac{FC}{Ne} (kg \cdot hp^{-1} \cdot jam^{-1}) \dots\dots(3.1)$$

Dimana,
 SFCe = konsumsi bahan bakar yang efektif (kg/Hp.jam)
 Fc = konsumsi bahan bakar (kg/jam)
 Ne = daya efektif (Hp)

2.9. Tekanan Efektif Rata-Rata (Pe)

Proses pembakaran campuran bahan bakar dengan udara menghasilkan tekanan yang bekerja pada piston sehingga melakukan langkah piston. Besarnya tekanan ini berubah-ubah sepanjang langkah piston tersebut. Bila diambil tekanan yang berharga konstan yang bekerja pada piston dan menghasilkan kerja yang sama, maka tekanan tersebut disebut sebagai kerja per siklus per volume langkah piston atau dapat didefinisikan sebagai tekanan tetap rata-rata teoritis yang bekerja sepanjang volume langkah piston.

$$N_e = \frac{P_e \times V_L \times z \times n \times a}{450000} (Hp) \dots\dots\dots(4)$$

$$P_e = \frac{N_e}{\frac{V_L \times z \times n \times a}{450000}} (kg/cm^2) \dots\dots\dots(5)$$

2.2.1. Effisiensi Thermal Efektif (ηe)

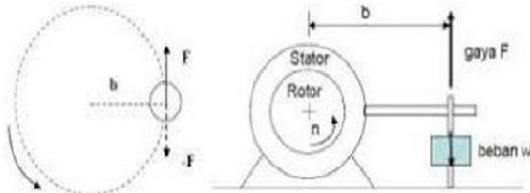
Ukuran besarnya pemanfaatan energi panas yang tersimpan dalam bahan bakar untuk diubah menjadi daya efektif oleh motor pembakaran dalam. Secara teoritis dituliskan dalam persamaan:

$$\eta_e = \frac{632,5 \times Ne}{SFCe \times LHV_{bb}} 100 (\%) \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:
 ηe : effisiensi termal efektif
 Ne: daya efektif
 FC : konsumsi bahan bakar
 LHV_{bb} : nilai kalor terendah (Kkal/Kg) (Arismunandar W.1983)

2.10. Dinamometer

Dinamometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur prestasi sebuah mesin. Prinsip kerja dinamo meter dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 prinsip kerja dynamometer

Rotor dihubungkan secara elektromagnetik, hidrolis, atau dengan gesekan mekanis terhadap stator yang ditumpu oleh bantalan yang mempunyai gesekan kecil. Torsi yang dihasilkan stator ketika rotor tersebut berputar diukur dengan cara menyeimbangkan stator dengan pemberat, pegas, atau *pneumatic*.

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Metode eksperimental yaitu metode yang digunakan untuk menguji atau desain baru dengan cara membandingkan sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan sebagai pengontrolnya.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di *Dyno Tester* R.A.T Motor Sport Jl. Bay pass juanda no.17 Surabaya. Waktu penelitian dimulai pada bulan April 2015 sampai selesai.

3.3. Alat dan Bahan

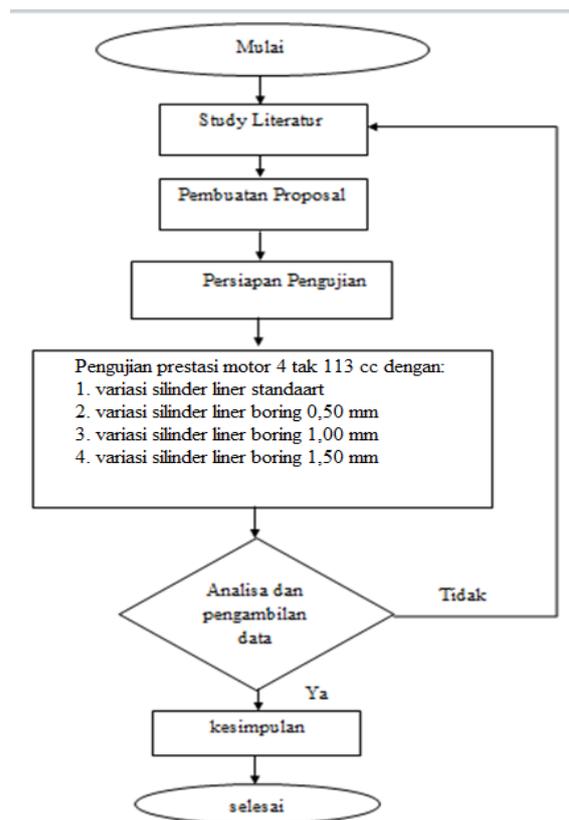
Alat

- Motor bensin 4 tak
- Dinamimeter
- Gelas ukur
- Burret
- Stop wach
- Seperangkat komputer
- Blower

Bahan

Bahan bakar yang digunakan dalam pelitian ini adalah premium

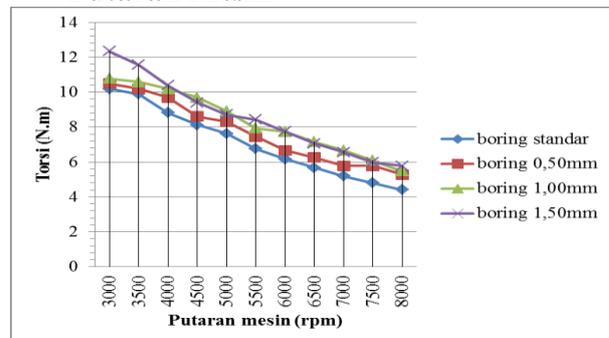
3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Hubungan Torsi Terhadap Putaran Mesin



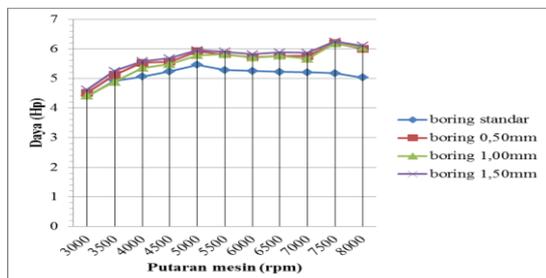
Gambar 4.1 grafik torsi vs putaran mesin

Dari data torsi terhadap putaran mesin pada penggunaan silinder liner standar dan silinder liner yang sudah *diboring* dengan ukuran 0,50 mm, 1,00 mm, 1,50 mm diperoleh nilai torsi tertinggi dan terendah. Untuk nilai tertinggi terdapat pada silinder liner standar sebesar 1,04 kg.m (10,20 N.m) pada putaran mesin 3000 rpm, dan nilai terendahnya 0,45 kg.m (4,41 N.m) pada putaran 8000 rpm. Selanjutnya torsi silinder liner *boring* 0,50mm dengan

nilai tertinggi 1,07 kg.m (10,49 N.m) pada putaran 3000 rpm, dan nilai terendah pada putaran 8000 rpm sebesar 0,54 kg.n (5,29 N.m). Berikutnya untuk silinder liner *boring* 1,00mm dengan torsi tertinggi mencapai 1,10 kg.m (10,78 N.m) putaran mesin 3000 rpm, dan torsi terendah 0,56 kg.m (5,49 N.m) putaran mesin 8000 rpm. Torsi silinder liner *boring* 1,50 mm dengan nilai tertinggi 1,26 kg.m (12,35 N.m) pada putaran mesin 3000 rpm, torsi terendah dengan nilai 0,59 kg.m (5,78 N.m) pada putaran mesin 8000 rpm.

Dari uraian di atas torsi naik pada putaran rendah dan turun pada putaran tinggi, hal tersebut disebabkan oleh pembesaran dinding silinder liner (*boring*) serta pembesaran piston (*oversize*) dan langkah piston tetap (standar). Untuk torsi yang turun pada putaran menengah sampai tinggi disebabkan oleh torsi berbanding lurus dengan tenaga, terutama pada putaran bawah mesin. Tapi seiring naiknya putaran mesin, tenaga juga naik sementara torsi turun.

4.2. Analisa Hubungan Daya efektif (Ne) Terhadap Putaran Mesin



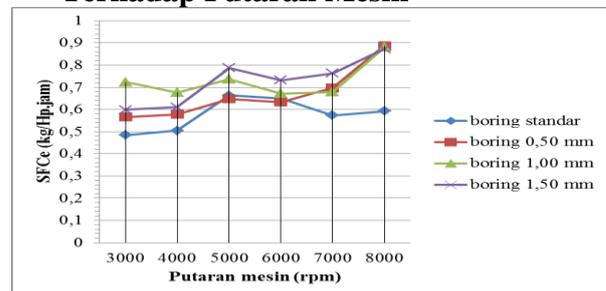
Gambar 4.2 grafik daya vs putaran mesin

Pada gambar grafik daya diatas menunjukkan bahwa tertinggi silinder liner standar pada putaran putaran mesin 5000 rpm dengan daya 5,459 HP dan terendah pada putaran mesin 3000 rpm dengan daya 4,397 Hp. Pada silinder liner *boring* 0,50 mm daya tertingginya dengan nilai 6,195 Hp putaran mesin 7500 rpm dan daya terendah 4,513 Hp pada putaran mesin 3000 rpm. Daya tertinggi silinder liner *boring* 1,00 mm pada putaran mesin 7500 rpm dengan daya 6,184 Hp dan terendah terdapat pada putaran mesin 3000 rpm

dengan daya 4,413 Hp. Sedangkan pada grafik silinder liner *boring* 1,50 mm, daya tertinggi pada putaran mesin 7500 rpm dengan daya 6,250 Hp dan yang terendah pada putaran mesin 3000 rpm dengan daya 4,623 Hp.

Dari uraian di atas, hubungan daya terhadap putaran mesin menggunakan silinder liner standar dan silinder liner boring 0,50 mm, 1,00 mm, dan 1,50 mm didapat daya optimum. Daya optimum pada silinder liner standar terdapat pada putaran mesin 5000 rpm, silinder liner boring 0,50 mm, 1,00 mm, dan 1,50 mm terdapat pada putaran 7500 rpm. Peningkatan daya disebabkan karena piston dan volume silinder bertambah besar dan bahan bakar yang dihisap untuk proses pembakaran semakin banyak dan tenaga yang dihasilkan semakin besar.

4.3. Analisa Hubungan Specificfuel Consumption Effective (SFCe) Terhadap Putaran Mesin

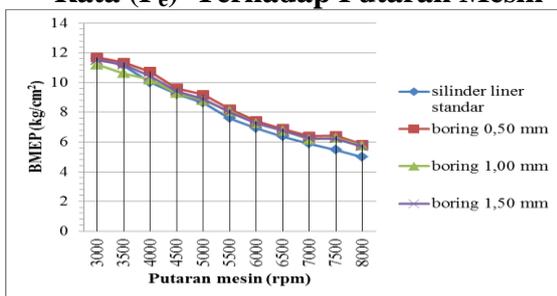


Gambar 4.3 grafik SFCe vs Putaran mesin

Dari pembahasan data konsumsi bahan bakar di atas diperoleh nilai konsumsi bahan bakar yang terendah dan tertinggi pada tiap silinder liner. Untuk nilai konsumsi bahan bakar terendah terdapat pada mesin dengan silinder liner standar 0,484 kg/Hp.jam dan nilai tertingginya 0,663 kg/Hp.jam. Nilai terendah silinder liner *boring* 0,50 mm adalah 0,566 kg/Hp.jam dan yang tertinggi 0,817 kg/Hp.jam. Untuk silinder liner *boring* 1,00 mm dengan nilai terendah 0,672 kg/Hp.jam dan yang tertinggi 0,811kg/Hp.jam. Dan pada mesin dengan silinder liner *boring* 1,50 mm nilai konsumsi bahan bakar terendah sebesar 0,600 kg/Hp.jam dan yang tertinggi adalah 0,803 kg/Hp.jam.

Dari uraian data di atas diperoleh nilai optimum tiap hasil pengujian mesin yang menggunakan variasi *boring* silinder liner. Untuk nilai optimum tiap silinder liner terdapat pada putaran mesin 5000 rpm. Dari grafik dapat dilihat bahwa konsumsi bahan bakar efektif naik dan turun, yang dapat disebabkan oleh beberapa vaktor. Yaitu seperti diameter silinder liner yang semakin besar, penyetelan karburator yang kurang tepat, ataupun ada variabel yang belum diketahui oleh peneliti.

4.4. Hubungan Tekanan Efektif Rata-Rata (P_e) Terhadap Putaran Mesin

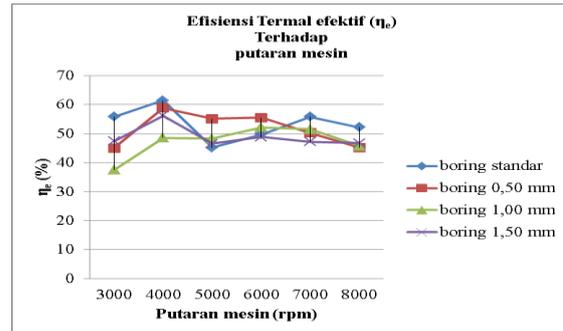


Gambar 4.4 grafik P_e vs putaran mesin

Untuk silinder liner standar dengan tekanan rata-rata tertinggi sebesar $11,608 \text{ kg/cm}^2$ dan terendah $4,980 \text{ kg/cm}^2$. Silinder liner *boring* 0,50 mm dengan nilai P_e tertinggi $11,680 \text{ kg/cm}^2$ dan terendah $5,829 \text{ kg/cm}^2$. Selanjutnya silinder liner *boring* 1,00 mm dengan nilai dengan P_e tertinggi $11,198 \text{ kg/cm}^2$ dan terendah $5,751 \text{ kg/cm}^2$. Untuk yang terakhir silinder liner *boring* 1,50 mm dengan nilai P_e tertinggi $11,504 \text{ kg/cm}^2$ dan terendah $5,698 \text{ kg/cm}^2$.

Dari uraian di atas yang menunjukkan hubungan tekanan rata-rata efektif terhadap putaran mesin yang menggunakan silinder liner yang telah *boring* dengan ukuran 0,50 mm, 1,00 mm, dan 1,50 mm diperoleh hasil yang hampir sama dengan mesin yang menggunakan silinder liner standar. Yaitu tekan rata-rata turun setiap kali penambahan putaran mesin. Tetapi yang membedakan adalah volume langkah pada tiap silinder liner.

4.5. Hubungan Efisiensi Thermal Efektif (η_e) Terhadap Putaran



Gambar 4.5 grafik efisiensi termal efektif vs putaran mesin

Dapat diketahui bahwa semakin besar angka efisiensi termal efektif yang dihasilkan, maka semakin baik pemanfaatan panas untuk diubah menjadi daya efektif suatu motor bakar. Untuk mesin yang menggunakan silinder liner standar nilai tertinggi mencapai $61,467 \%$ dan nilai terendah $45,256 \%$. Silinder liner *boring* 0,50 mm diperoleh efisiensi termal tertinggi $58,825 \%$ dan nilai terendah $45,006 \%$. Silinder liner *boring* 1,00 mm diperoleh nilai tertinggi $52,136 \%$ dan nilai terendah $37,461 \%$. Dan yang terakhir silinder liner *boring* 1,50 mm diperoleh nilai tertinggi $56,151 \%$ dan nilai terendah $46,510 \%$.

Dari uraian grafik efisiensi termal efektif tiap silinder liner diperoleh hasil yang bervariasi. Hal tersebut disebabkan konsumsi bahan bakar yang berbeda dalam tiap silinder liner pada putaran mesin tertentu. Selanjutnya semakin besar efisiensi termal efektif maka semakin baik pula pemanfaatan panas yang terkandung dalam bahan bakar. Untuk efisiensi termal efektif yang optimum terdapat pada putaran mesin 4000 - 6000 rpm. Jika diambil rata-rata, maka efisiensi termal efektif yang terbaik terdapat pada silinder liner *boring* 0,50 mm dan yang kedua pada silinder liner standar.

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari data hasil dan pembahasan performa motor 4 tak 113 cc dengan variasi silinder liner yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa torsi tertinggi terdapat pada silinder liner *boring* 1,50 mm dengan nilai $1,26 \text{ kg.m}$ ($12,35 \text{ N.m}$) dan torsi

terendah pada silinder liner standar sebesar 0,45 kg.m (4,41 N.m). Daya maksimum terdapat pada pada putaran 7500 rpm, sedangkan daya minimum pada putaran mesin 3000 rpm tiap silinder liner. Daya optimum pada tiap silinder liner adalah pada putaran mesin 5000 rpm. Untuk nilai konsumsi bahan bakar yang optimum pada tiap silinder liner terdapat pada putaran mesin 5000 rpm. Untuk tekanan rata-rata efektif terhadap putaran mesin turun setiap kali penambahan putaran mesin. Tetapi yang membedakan adalah volume langkah pada tiap silinder liner. Semakin besar efisiensi termal efektifnya, maka semakin baik pula pemanfaatan panas yang terkandung dalam bahan bakar. Untuk efisiensi thermal efektif yang optimum terdapat pada putaran mesin 4000 – 6000 rpm.

1.2. Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis dari hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang variasi *boring* silinder liner untuk menentukan panas yang dihasilkan mesin jika dipakai dalam kehidupan sehari-hari.
2. Kendaraan harus diservis terlebih dahulu untuk mendapatkan hasil yang maksimal, karena motor yang digunakan dalam penelitian adalah motor yang dipakai sehari-hari.
3. Pengambilan data sebaiknya diberi interval waktu istirahat terhadap kendaraan uji agar kondisi mesin dalam keadaan yang optimal dan data yang dihasilkan valid.

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar W.1983.*Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. ITB. Bandung
 Chandra F.2013.*Pengaruh Turbo Cyclone Terhadap Performa Motor 4 Tak 100 Cc Bahan Bakar Gas LPG*. Tugas Akhir Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Jember.

Daryanto.2004. *Teknik Sepeda Motor*. Yrama Widya. Bandung.
 Digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-12736-2100109631-Chapter1.pdf
 oversize silinder liner.10/04/2015
 Hamid A.2014.*Pengaruh Variasi Volume Silinder (Stroke Up) Dan Variasi Perbandingan Kompresi Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 4 Langkah*. Tugas Akhir Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Jember.
<http://www.google.co.id/search?sourceid=chrome&ie=UTF8&q=gambar+prinsip+kerja+dinamometer>. 19 Maret 2015.
<http://otojava.blogspot.com/2014/01/cara-kerja-cvt-pada-sepeda-motor-matic.html>.10/04/2015
 Krishna IDM& Sukadana IGK. 2009. *Pengaruh Rasio Kompresi terhadap Unjuk Kerja Mesin Empat Langkah Menggunakan Arak Bali sebagai Bahan Bakar*.Jurnal Teknik Mesin, Universitas Udayana.
 KironoS & JuliantoA.2014.*Analisa Sifat Karakteristik Blok Silinder Liner Bahan Aluminium Silikon*.Jurnal Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Jakarta.
 Kosjoko. 2013.*Panduan Penulisan Penelitian Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember*. Jember.
 Mulyono.2013. *Analisis Pemotongan Ramp Poros Bubungan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Pada Suzuki Shogun 125 Sp Tahun 2005*. Jurnal Teknik Mesin, Universitas Suryakarta.
 Maulana N.2013.*Pengaruh Larutan Elektrolit NaCl dan NaHCO₃ Terhadap Unjuk Kerja Mesin Pada Sepeda Motor Honda Megapro 4 Langkah 160 C*.Tugas Akhir Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Jember.
 Machmud S, dkk.2013. *Pengaruh Variasi Unjuk Derajat Pengapian Terhadap Kerja Mesin*.Jurnal Teknik Mesin, Universitas Janabadra Yogyakarta.