PENGARUH VARIASI *LOBE SEPARATION ANGLE CAMSHAFT* DAN VARIASI PUTARAN MESIN TERHADAP DAYA PADA SEPEDA MOTOR HONDA SUPRA X 125 TAHUN 2008

Yoyok Drajat Siswanto, Ranto, dan Ngatou Rohman
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS
Kampus UNS Pabelan JL. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp/Fax (0271) 718419
E-mail: parciuz@gmail.com

ABSTRACT

This paper presents an experimental investigation of effect of variety lobe separation angle camshaft to engine power. Lobe separation angle (LSA) camshaft variation used is LSA standart camshaft (104^o), LSA widened camshaft (107^o), and LSA narrowed camshaft (101^o). Camshaft of Honda Supra X 125 is used for this research. This research at some speed of engine, these are 4000, 4500, 5000, 5500, 6000, 6500, 7000, 7500, 8000, 8500, 9000 and 9500 rpm. Based on the data analysis it may be concluded that the change of LSA narrowed camshaft (101^o) produces a maximum power of increase. While the change of LSA widened camshaft (107^o) produces a maximum power of decreases. LSA narrowed camshaft which impact on engine speed 4000 rpm – 5500 rpm generated power falls below the standard camshaft, while the engine speed above 6000 rpm increased power over standard camshaft. Differences that occur in this research is a positive effect because the engine power can be increased on a lap top.

***Keywords**: Lobe separation angle camshaft, variations of engine speed, engine power*

PENDAHULUAN

Camshaft (istilah bengkel: noken as) merupakan salah satu mekanisme penggerak katup (*valve*). Di dalam motor empat langkah terdiri dari dua jenis katup, yaitu katub hisap (*intake valve*) dan katub buang (*exhaust valve*). Katub hisap berfungsi untuk mengatur aliran campuran udara dan bahan bakar masuk ke dalam silinder motor, sedangkan katub buang berfungsi untuk mengatur aliran gas buang ke luar dari silinder motor. Katup membuka dan menutup masing-masing satu kali setiap satu kali putaran *camshaft* dan dua kali putaran poros engkol (*crankshaft*).

Pada sebuah *camshaft* terdapat bagian-bagian yang masing-masing mempunyai peranan penting. Bagian-bagian *camshaft* seperti *valve lift* (jarak angkat katup), *valve lift duration* (lama angkat katup), *valve lift timing* (waktu angkat katup), *lobe separation angle* (LSA) dan *overlap* akan mempengaruhi banyak sedikitnya campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang bakar.

Proses mengatur ulang profil *camshaft* memerlukan ketelitian yang lebih, untuk mendapatkan debit aliran udara dan bahan bakar yang maksimal ke ruang bakar. Maka diperlukan pengaturan yang tepat terhadap *valve lift, valve lift duration*, dan *valve lift timing*. Selain variabel-variabel tersebut, *lobe separation angle* (LSA) juga berperan besar terhadap peningkatan kesempurnaan pembakaran. LSA merupakan jarak pemisah antara *lobe intake* dengan *lobe exhaust*. LSA berhubungan dengan *overlap*, LSA dengan *overlap* berbanding terbalik, dengan catatan *duration* tetap. Dengan memperbesar LSA sama dengan memperkecil *overlap*, sebaliknya menyempitkan LSA memperbesar *overlap*.

Pada saat bersambungnya akhir gerakan membuang akan dimulai gerakan mengisap, maka pada saat torak berada di TMA kedua katupnya berada dalam keadaan

membuka. Keadaan dimana kedua katup terbuka secara bersamaan tersebut dinamakan *overlap*. Terbukanya katup-katup pada saat pemindahan gerakan dari gerakan kerja ke gerakan menghisap, supaya gas yang telah terbakar dapat ke luar seluruhnya, sehingga pemasukan gas baru tidak bercampur dengan gas bekas di dalam silinder.

Melalui modifikasi atau desain ulang profil *camshaft* maka dapat mengubah waktu membuka dan menutupnya katup. Tujuan akhir dalam modifikasi *camshaft* yaitu untuk menambah efisiensi volumetris campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam silinder dan memperlancar proses pembuangan setelah pembakaran. Diharapkan dengan meningkatnya efisiensi volumetris yang masuk ke dalam silinder dan terbakar sempurna dapat menghasilkan tenaga yang besar.

Putaran mesin akan mempengaruhi putaran *camshaft*, semakin tinggi putaran mesin akan mengakibatkan putaran *camshaft* semakin meningkat pula. Putaran *camshaft* yang semakin tinggi akan berdampak pada pembukaan dan penutupan katup yang semakin cepat. Dalam desain *camshaft* perlu diperhatikan penggunaan mesin, digunakan pada putaran mesin rendah atau pada putaran mesin tinggi.

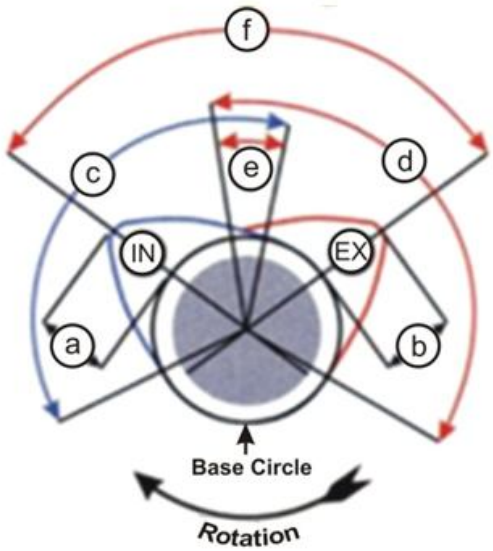
LANDASAN TEORI

Pada motor bensin empat langkah, bahan bakar masuk ke ruang silinder setelah dicampur dengan udara di karburator. Masuknya bahan bakar diatur oleh terbuka dan tertutupnya katup hisap dan buang. Katup ini terbuka dan tertutup karena kerja dari *camshaft* yang digerakkan oleh poros engkol (*crankshaft*). Mekanisme katup ini dirancang sedemikian rupa sehingga *camshaft* berputar satu kali untuk menggerakkan katup hisap dan katup buang setiap dua kali berputarnya poros engkol.

Camshaft dapat diibaratkan seperti jantung manusia, yaitu sebagai pengatur sirkulasi darah dan suplai makanan yang diperlukan bagi tubuh manusia. Pada *camshaft* yang diatur adalah sirkulasi bahan bakar dan udara (O_2) yang diperlukan untuk pembakaran yang menghasilkan tenaga.

Gambar 1. *Camshaft* Honda Supra X 125

Di dalam desain sebuah *camshaft* terdapat berbagai bagian yang memiliki fungsi sendiri-sendiri yang akan mempengaruhi variasi buka-tutup dari katup masuk dan buang. Bagian-bagian dari *camshaft* dapat dilihat pada Gambar 2.



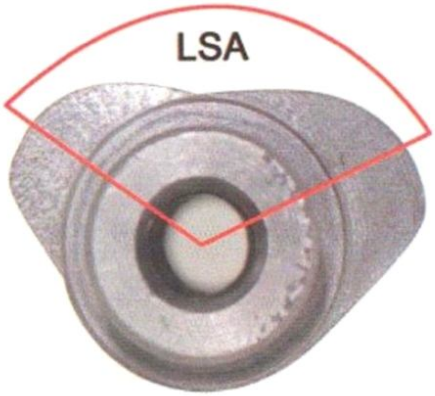
Gambar 2. Bagian-bagian *Chamshaft*

Keterangan gambar:
a. *Intake Lobe Lift*
b. *Exhaust Lobe Lift*
c. *Intake Duration*
d. *Exhaust Duration*
e. *Overlap*
f. *Lobe Separation Angle* (LSA)

Dalam sebuah desain *camshaft* baik itu *intake lobe* maupun *exhaust lobe* pasti memiliki puncak masing-masing. Puncak dari *lobe* tersebut disebut *lobe center*. Puncak dari *intake lobe* disebut juga dengan *intake lobe centerline* dan puncak dari *exhaust lobe* disebut juga dengan *exhaust lobe centerline.*

Jarak pemisah antar kedua lobe dinamakan *lobe separation*, karena diukur dalam derajat maka disebut *lobe separation angle* (sudut pemisah *lobe*).

Lobe separation angle (LSA) disebut juga dengan jarak dalam derajat putaran *camshaft* antara *intake lobe centerline* dan *exhaust lobe centerline.*



Gambar 3. LSA pada *Camshaft*

Untuk mendapatkan torsi dan daya yang maksimal dapat dilihat dari tekanan kompresi yang dihasilkan, untuk mendapatkan tekanan kompresi yang tinggi, pembukaan katup isap (*intake valve*) dipercepat/pembukaan katup isap sebelum titik mati atas (TMA) dan penutupan katup isap diperlambat/ penutupan katup isap setelah titik mati bawah (TMB).

LSA dan *overlap* saling berhubungan, dengan memperlebar LSA akan mengurangi jarak *overlap* dan sebaliknya jika mempersempit LSA akan menambah jarak *overlap* dengan catatan *lift duration* yang digunakan tetap. Untuk meningkatkan *overlap* dapat dilakukan dengan cara mempersempit LSA hal ini akan mengurangi kevakuman di dalam *intake manifold* pada putaran bawah.

Untuk mengetahui besarnya LSA harus mengetahui terlebih dahulu waktu pembukaan dan penutupan katup. Setelah diperoleh datanya dapat dicari besar LSA menggunakan rumus sebagai berikut:

$$LSA = \frac{\{(A/2)-B\}+\{(C/2)-D\}}{2} \qquad (1)$$

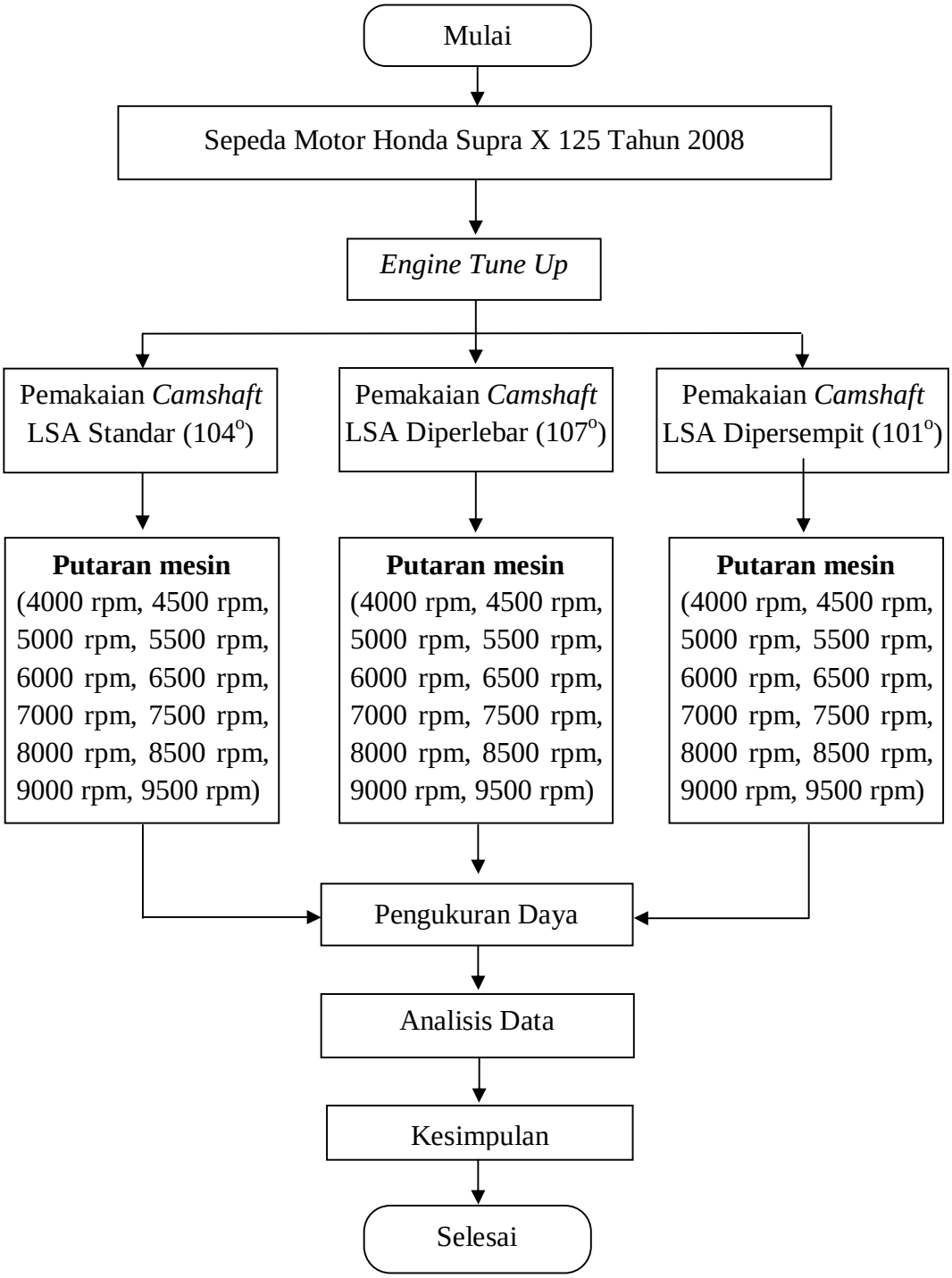
Keterangan :
A : Durasi *in*
B : Derajat pembukaan *in* sebelum TMA
C : Durasi *ex*
D : Derajat penutupan *ex* setelah TMA

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tiga buah *camshaft* standar Honda Supra X 125

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

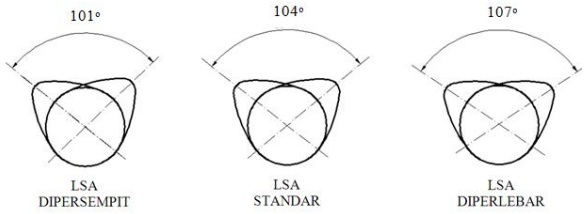
1. *Tool Set*, digunakan untuk membongkar dan memasang *camshaft* dan komponen lain yang diperlukan untuk mengukur daya motor.
2. *Stop Watch*, digunakan untuk mengukur waktu pengambilan data dan selang waktu pengambilann data.
3. *Angle Divender* / Pengukur sudut pengapian sepeda motor, digunakan untuk mengukur besar durasi *camshaft* dan mengukur besar sudut pembukaan/ penutupan katup.
4. *Dial Indikator*, digunakan untuk membantu dalam mencari *timing valve* pada *camshaft*.
5. *Feeler Gauge*, digunakan untuk mengatur celah katup ketika penggantian *camshaft*.
6. Dynojet 250i, digunakan untuk mengukur daya motor yang dihasilkan



Gambar 4. Tahapan Penelitian

Prosedur Penelitian

1. Persiapan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah:
   a. Pengukuran *lobe separation angle camshaft* standar.
   b. Menentukan variasi *lobe separation angle camshaft* yang akan digunakan.



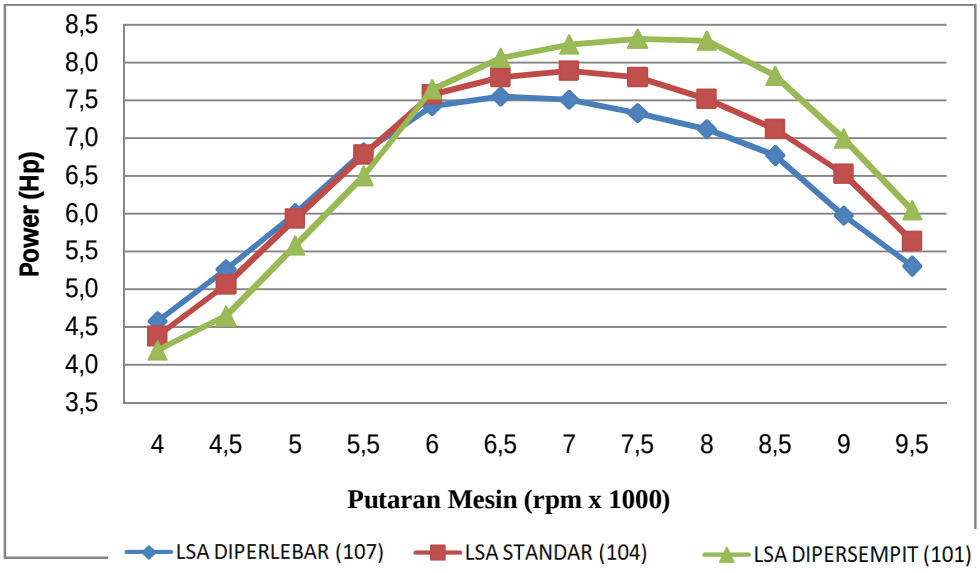
Gambar 5. Variasi LSA *camshaft*

c. Modifikasi *camshaft.*

Gambar 6. Hasil Akhir Modifikasi LSA *Camshaft*

2. Pengukuran daya motor.
   a. Menaikkan sepeda motor pada alat Dynojet 250i dan menempatkan roda depan pada dudukan dan roda belakang pada *roller*.
   b. Memasang sabuk pengikat roda pada Dynojet 250i ke sepeda motor.
   c. Memasang indikator rpm pada kabel koil.
   d. Memanaskan mesin selama ± 5 menit, agar mesin bekerja pada suhu optimal.
   e. Memasukkan transmisi pada gigi 2.
   f. Memutar gas hingga putaran mesin menjadi 4000 rpm sambil memegang tombol *start* (Karena pada putaran tersebut roda belakang baru memutarkan *roller* pada Dynojet 250i)
   g. Memutar gas hingga putaran mesin maksimal bersamaan dengan menekan tombol *start*.
   h. Setelah sepeda motor telah mencapai kemampuan maksimumnya tombol *start* ditekan lagi. Pada layar PC akan muncul hasilnya, kemudian dilakukan *print out.*
   i. Mengulangi langkah (6) sampai (9) untuk tiga kali percobaan (selang waktu pengambilan data 5 menit).
   j. Setelah c*amshaft* standar diuji, kemudian *camshaft* dilepas dan diganti dengan LSA *camshaft* yang diperlebar kemudian dilakukan pengujian sesuai langkah pengujian point d s.d i.
   k. Setelah LSA c*amshaft* diperlebar diuji, kemudian *camshaft* dilepas dan diganti dengan LSA *camshaft* yang dipersempit kemudian dilakukan pengujian sesuai langkah pengujian point d s.d i.
3. Analisis data.
4. Kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 7. Grafik Perbandingan Daya pada Poros Roda antara LSA *Camshaft* Diperlebar (107^{o}), LSA *Camshaft* Standar (104^{o}), dan LSA *Camshaft* Dipersempit (101^{o})

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa ketiga grafik menunjukkan peningkatan daya yang tidak sama. Hal ini terjadi karena perbedaan variasi LSA *camshaft* yang digunakan. Dengan merubah LSA *camshaft* maka waktu pembukaan dan penutupan katup akan berubah. Pada tiap putaran mesin daya yang dihasilkan juga akan berbeda. Untuk memperjelas dalam pembahasan bisa dibagi dalam dua kelompok putaran mesin.

a. Pada putaran mesin 4000 rpm – 5500 rpm

Pada putaran ini penggunaan LSA *camshaft* diperlebar (107^o) menghasilkan daya yang lebih besar dibanding dengan dengan LSA *camshaft* standar (104^o) maupun dengan LSA *camshaft* dipersempit (101^o). Pada LSA *camshaft* standar (104^o), katup hisap membuka 28^o sebelum TMA dan katup buang menutup 26^o setelah TMA. Dengan memperlebar LSA *camshaft* sebesar 3^o yaitu menjadi LSA *camshaft* diperlebar (107^o) maka waktu pembukaan katup hisap akan menjadi lebih lambat yaitu menjadi 25^o sebelum TMA dan katup buang akan menutup lebih cepat, yaitu menjadi 23^o setelah TMA.

Perubahan LSA *camshaft* diperlebar (107^o) mengakibatkan proses *overlap* yang terjadi semakin kecil dibanding dengan LSA *camshaft* standar (104^o) maupun dengan LSA *camshaft* dipersempit (101^o). Kondisi seperti ini berdampak pada proses pembilasan pada ruang bakar menjadi berkurang, sehingga kemungkinan campuran bahan bakar dan udara yang terbuang menjadi sedikit. Campuran bahan bakar dan udara dari karburator bisa terbakar semua di dalam ruang bakar sehingga pembakaran menjadi sempurna dan menghasilkan daya yang lebih tinggi.

Penggunaan LSA *camshaft* dipersempit (101^o) menghasilkan daya yang lebih kecil. LSA *camshaft* dipersempit mengakibatkan katup hisap membuka lebih cepat yaitu menjadi 32^o sebelum TMA sedangkan katup buang menutup lebih lambat 28^o setelah TMA. Perubahan LSA *camshaft* dipersempit (101^o) mengakibatkan proses *overlap* yang semakin besar dibanding dengan LSA *camshaft* standar (104^o) maupun dengan LSA *camshaft* diperlebar (107^o). Kondisi seperti ini mengakibatkan proses pembilasan pada ruang bakar akan bertambah, sehingga kemungkinan campuran bahan bakar dan udara yang terbuang menjadi besar. Dengan berkurangnya campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang bakar mengakibatkan daya yang dihasilkan menjadi menurun.

b. Pada putaran mesin 5500 rpm – 9000 rpm

Pada putaran mesin 5500 rpm – 6000 rpm daya yang dihasilkan dari ketiga penggunaan LSA *camshaft* mengalami perubahan. LSA *camshaft* diperlebar (107^o) daya yang dihasilkan tidak mengalami kenaikan yang tinggi, bahkan mulai bergerak turun dibanding dengan LSA *camshaft* standar (104^o). Sedangkan LSA *camshaft* dipersempit (101^o) mulai terjadi kenaikan berada di atas LSA *camshaft* standar (104^o).

Pada putaran mesin di atas 6000 rpm, *camshaft* akan berputar dengan sangat cepat yang berdampak pada katup hisap dan katup buang membuka dan menutup dengan sangat cepat pula. Dari Gambar 4.4 terlihat jelas bahwa LSA *camshaft* dipersempit (101^o) semakin mengalami kenaikan daya dibandingkan dengan LSA *camshaft* standar (104^o) maupun LSA *camshaft* diperlebar (107^o). Hal ini karena LSA *camshaft* yang semakin sempit maka waktu pembukaan katup hisap menjadi lebih awal dan katup buang menutup lebih lambat, sehingga *overlap* yang terjadi semakin besar. Pada putaran mesin yang tinggi, kondisi seperti ini akan memberikan keuntungan pada siklus pengisian dan siklus pembuangan di dalam ruang bakar.

Putaran mesin yang semakin tinggi mengakibatkan siklus pemasukan dan siklus pembuangan menjadi cepat pula dalam waktu yang sama. Waktu pembukaan katup hisap menjadi lebih awal memungkinkan lebih banyak campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar, sehingga tidak terjadi keterlambatan siklus

pemasukan ke dalam silinder. Sedangkan katup buang yang menutup lebih lambat memberikan keuntungan proses pembuangan atau pembilasan gas sisa pembakaran lebih baik karena didorong oleh gas baru. Hal ini menyebabkan proses pengisian campuran bahan bakar dan udara kedalam silinder menjadi lebih sempurna. Sehingga daya yang dihasilkan juga meningkat.

Penggunaan LSA *camshaft* diperlebar (101^o) menghasilkan daya yang lebih kecil. Hal ini dikarenakan *overlap* yang terlalu kecil pada putaran mesin yang tinggi berdampak pada proses pemasukan campuran bakan bakar dan udara ke dalam ruang bakar menjadi tidak sempurna.

Daya poros maksimal yang dicapai dari ketiga penggunaan LSA *camshaft* berada di atas putaran mesin 6000 rpm. Penggunaan LSA *camshaft* standar (104^o) menghasilkan daya maksimal pada putaran 7000 rpm yaitu sebesar 7.89 hp. Dengan memperlebar LSA *camshaft* menjadi 107^o mengakibatkan daya maksimal menjadi turun berada pada putaran 6500 rpm yaitu sebesar 7.55 hp. Sedangkan dengan mempersempit LSA *camshaft* menjadi 101^o mengakibatkan daya maksimal menjadi naik berada pada putaran 7500 rpm yaitu sebesar 8.31 hp. Dari data tersebut membuktikan bahwa perubahan LSA *camshaft* yang dipersempit menghasilkan daya maksimal yang semakin besar. Selain itu daya maksimal yang dicapai mesin bergeser ke putaran mesin yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan putaran mesin yang tinggi yang seharusnya dayanya sudah menurun, karena LSA *camshaft* yang dipersempit mengakibatkan waktu pembukaan katup hisap menjadi lebih awal yang berdampak pada proses pemasukan campuran bahan bakar dan udara menjadi lebih baik. Sehingga daya yang dihasilkan bisa lebih meningkat.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa perubahan LSA *camshaft* yang dipersempit menghasilkan daya maksimal yang semakin meningkat. Sedangkan perubahan LSA *camshaft* yang diperlebar menghasilkan daya maksimal yang semakin menurun. LSA *camshaft* yang dipersempit berdampak pada putaran mesin 4000 rpm – 5500 rpm daya yang dihasilkan menurun dibawah *camshaft* standar, sedangkan pada putaran mesin di atas 6000 rpm daya meningkat di atas *camshaft* standar. Perbedaan yang terjadi pada penelitian ini adalah pengaruh positif karena daya motor dapat meningkat pada putaran atas.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjut dengan menggunakan variabel-variabel lain dari *camshaft* yang mempengaruhi daya motor, misalnya *lift camshaft*, *durasi camshaft*, dan lain-lain.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjut mengenai dampak perubahan LSA *camshaft* terhadap konsumsi bahan bakar maupun gas buang yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

Adi. (2011). *Tune Lobe Separation Angle*. Diperoleh 08 November 2011, dari http://adixablogs.blogspot. com /2011/04/noken-as- chamshaft. html.

Arends, BPM. & Berenschot, H. (1980). *Motor Bensin*. Terjemahan Umar Sukrisno. Jakarta: Erlangga.

Arismunandar, Wiranto. (1988). *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Daryanto. (2006). *Teknik Merawat Automobil Lengkap*. Bandung: Yrama Widya.

Hadi, Opay. (2011). *Cara Menghitung Durasi Camshaft/Kem Lewat Cam Gear*. Diperoleh 06 Oktober 2011, dari http://opiqhidayah.blogspot. Com /2011/03/cara-menghitung-durasi-camshaftkem.html.

Jama, Jalius, dkk. (2008). *Teknik Sepeda Motor Jilid 1 untuk SMK*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.

Marji. (2007). *Dampak Modifikasi Camshaft terhadap Produksi Gas Racun HC pada Motor Racing*. *Jurnal Ilmiah Nasional*. Tahun ke-19, No. 26/DIKTI/KEP/2005. Diperoleh 17 Maret 2012, dari http:// lemlit.um.ac.id/wp-content/uploads/2009/12/FORUM_ DESEMBER- 2007.pdf

Oki. (2011). *Memanfaatkan Stroke Tinggi Honda Supra X 125*. Diperoleh 14 Januari 2012, dari http://supra125holic.blogspot.com/2011/06/ memanfaatkan-stroke-tinggi-honda-supra.html.

Oodiohutama. (2008). *Seputar Noken As aka Chamsaft aka Kem*. Diperoleh 06 Oktober 2011, dari http://fu150.wordpress.com/2008/10/21/seputar-noken-as-aka-chamsaft-aka-kem/.

Petralia, Mike. (2002). *Separation of Power*. Diperoleh 22 Juli 2012, dari http://callisto10.ggimg.com/imgsrv/FastPDF/UBER1/RangeFetch=contentSet=UBER1=prefix=PI-0BJL-2002-FEB00-HAYSTACK-=startPage= 46=suffix==npages=6.pdf

Ratmotorsport. (2009). *Efek dari Merubah Derajat Noken As dan LSA*. Diperoleh 14 Januari 2012, dari http://Ratmotorsport.Wordpress.Com/2009 /06/01/Cara-Seting-Noken-As/.

Sukijo, FX. (2008). *Pengaruh Durasi Camshaft terhadap Konsumsi Bahan Bakar, Emisi Gas Buang, Torsi dan Daya Mesin pada Mesin Bensin. Forum Teknik Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada*. Vol. 32, No.3. Diperoleh 18 Maret 2012, dari http://forum-teknik.ft.ugm.ac.id/upl/32-3-9-2008.pdf

Suratman, Maman. (2001). *Servis dan Reparasi Auto Mobil*. Bandung: Pustaka Grafika

Suratman, Maman. (2002). *Servis dan Teknik Reparasi Sepeda Motor*. Bandung: Pustaka Grafika.

Toyota Astra Motor. (1993). *New Step I Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.

Ulinnuha, Aong C. (2010). *Korek Skubek*. Jakarta: PT. Gramedia Majalah.