

## **Pengaruh Variasi Tinggi Lift, Lobe Separation Angle Camshaft, dan Roller Rocker Arm Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah**

**H. Khairul Muhajir<sup>1</sup>**

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

e-mail: [khairul@akprind.ac.id](mailto:khairul@akprind.ac.id)

**A. A. P. Susastriawan<sup>2</sup>**

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

**Muh. H. Nur Aziz<sup>3</sup>**

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

**P. T. D. Rompas<sup>4</sup>**

Universitas Negeri Manado

### **ABSTRAK**

Salah satu cara untuk meningkatkan unjuk kerja motor bensin empat langkah adalah dengan memodifikasi *camshaft*. Memodifikasi *camshaft* bertujuan untuk mengatur waktu pembukaan katup (*valve open*), tinggi pembukaan katup (*valve lift*), dan mengatur jarak puncak pembukaan katup (*lobe separation angle*). Penambahan *roller rocker arm* juga dapat berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin yang membuat *camshaft* berputar dengan gesekan yang lebih kecil. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh tinggi lift katup, *lobe separation angle camshaft*, dan *roller rocker arm* terhadap unjuk kerja motor bensin empat langkah. Dari hasil pengujian *dynotest* menunjukkan *camshaft* standar menghasilkan daya maksimal sebesar 13,6 HP dan torsi maksimal sebesar 13,7 N.m. *camshaft* modifikasi menghasilkan daya maksimal sebesar 13,8 HP dan torsi maksimal 11,59 N.m. *camshaft* modifikasi + *roller rocker arm* menghasilkan daya maksimal sebesar 14,6 HP dan torsi maksimal sebesar 12,75 N.m. *Camshaft* standar menghasilkan nilai sfc terendah sebesar 0,16141 kg/kW.jam. *Camshaft* modifikasi sebesar 0,20088 kg/kW.jam. *Camshaft* modifikasi + *roller rocker arm* sebesar 0,18098 kg/kW.jam. Pada pengujian emisi gas buang menunjukkan *camshaft* modifikasi + *roller rocker arm* menghasilkan kadar emisi yang paling ramah lingkungan.

**Kata kunci:** *Camshaft, Lift, Lobe Separation Angle, Roller Rocker Arm, Valve*

### **ABSTRACT**

*One way to improve the performance of a four-stroke gasoline motor is to modify the camshaft. Modifying the camshaft aims to set the valve opening time, valve lift height, and adjust the lobe separation angle distance. The addition of roller rocker arm can also affect the performance of the engine that makes the camshaft rotate with smaller friction. The purpose of this research is to know the influence of high valve lift, lobe separation angle camshaft, and roller rocker arm to the performance of four-step gasoline motor. From the dynotest test results showed the standard camshaft produces a maximum power of 13.6 HP and a maximum torque of 13.7 N.m. camshaft modifications generate maximum power of 13.8 HP and maximum torque of 11.59 N.m. modification camshaft + roller rocker arm produces maximum power of 14.6 HP and maximum torque of 12.75 N.m. Standard chamshaft produces the lowest sfc value of 0.16141 kg / kW.jam. Camshaft modification of 0.20088 kg / kW.jam. Camshaft + roller rocker arm modification of 0.18098 kg / kW.jam. In the exhaust emissions*

*test shows the modified + roller rocker arm camshaft produces the most environmentally friendly emission levels.*

**Keyword:** *Camshaft, Lift, Lobe Separation Angle, Roller Rocker Arm, Valve*

## PENDAHULUAN

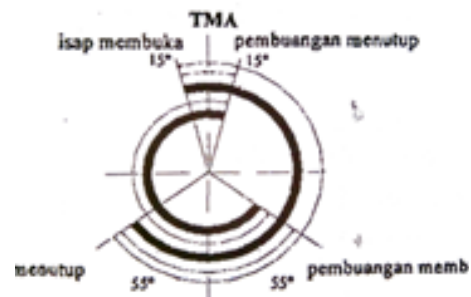
Tingginya minat masyarakat terhadap kendaraan yang diiringi dengan pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi membuat mereka semakin berusaha memenuhi kepuasan yang diinginkan. Para pengendara belum puas dengan kendaraan standar yang dikeluarkan oleh pabrikan kendaraan, sehingga rekayasa bidang otomotif dilakukan untuk meningkatkan kerja sebuah kendaraan dengan merubah sistem kerja standar pabrikan atau dengan merubah spesifikasi komponennya.

Salah satu cara untuk mendapatkan unjuk kerja yang baik adalah dengan mengatur debit bahan bakar yang masuk dan gas buang yang keluar ruang bakar oleh durasi dan *lift* dari *camshaft*. *Camshaft* (istilah bengkel : noken as) merupakan salah satu mekanisme penggerak katup (*valve*). Di dalam motor empat langkah terdiri dari dua jenis katup, yaitu katup hisap (*intake valve*) dan katup buang (*exhaust valve*). Katup hisap berfungsi untuk mengatur aliran campuran udara dan bahan bakar masuk ke dalam silinder motor, sedangkan katup buang berfungsi untuk mengatur aliran gas buang keluar dari silinder motor. Katup membuka dan menutup masing-masing satu kali setiap satu putaran *camshaft* dan dua kali putaran poros engkol (*crankshaft*). Pada sebuah *camshaft* terdapat 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 kedalam ruang bakar. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis bermaksud melakukan penelitian dengan judul pengaruh variasi tinggi *lift*, *lobe separation angle camshaft*, dan *roller rocker arm* terhadap unjuk kerja motor bensin empat langkah.

## Valve Timing Diagram

Pada motor 4 langkah valve timing berpengaruh terhadap proses kompresi di dalam silinder, yang akhirnya juga berpengaruh pada unjuk kerja motor itu sendiri. Diagram dibawah menunjukkan waktu pembukaan dan penutupan katup pada motor bensin.



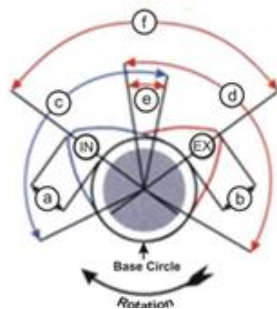
Gambar 1. Diagram Pembukaan dan Penutupan Katup (Arends H. Berenschot, 1980:186)

Pada motor bensin empat langkah, bahan bakar masuk ke ruang silinder setelah dicampur dengan udara di karburator. Pemasukan bahan bakar diatur oleh mekanisme katup dan *camshaft*. Katup *in* akan membuka beberapa derajat sebelum piston mencapai titik mati atas (TMA) dan menutup beberapa derajat setelah piston mencapai titik mati bawah (TMB). Katup *ex* akan membuka setelah terjadi proses pembakaran tepatnya

beberapa derajat sebelum piston mencapai TMB dan menutup beberapa derajat setelah piston mencapai TMA.

Waktu pembukaan katup ditentukan dari profil *camshaft*. *Camshaft* berputar dan menekan katup sehingga katup membuka. *Camshaft* dihubungkan dengan poros engkol oleh rantai timing sehingga ketika poros engkol berputar dua kali *camshaft* ikut berputar satu kali.

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



Keterangan Gambar :

- a. Intake lobe Lift
- b. Exhaust Lobe Lift
- c. Intake Duration
- d. Exhaust Duration
- e. Overlap
- f. Lobe Separation Angle (LSA)

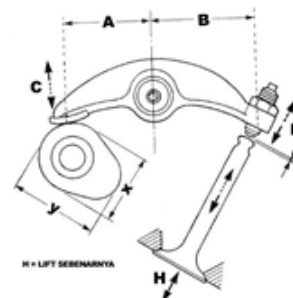
Gambar 2. Bagian-bagian *Camshaft* (Yoyok, 2012)

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 *exhaust lobe centerline*. Jarak pemisah antara kedua *lobe* disebut *lobe separation*, karena diukur dalam derajat maka disebut *lobe separation angle* (sudut pemisah *lobe*).

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

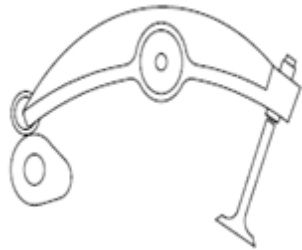
*Camshaft* menggerakkan katup melalui *rocker arm* atau templar, pelatuk katup pada motor berfungsi sebagai penghubung antara *camshaft* dengan *valve* sebagai pengatur naik turunnya (buka-tutup) katup. *Rocker arm* harus dibuat dengan kepresisian yang tinggi dan menggunakan material yang tepat sehingga dapat membuat pergerakan antara *camshaft* dan *valve* lebih presisi, sehingga *supply* bahan bakar dari karburator ke ruang bakar menjadi efisien.

Cara kerja dari *Rocker arm* digerakkan oleh *camshaft* sehingga dapat menekan *valve* dengan sempurna. Pergerakan *rocker arm* oleh *camshaft* terjadi karena pergesekan/benturan antara permukaan *camshaft* dengan permukaan *rocker arm*.



Gambar 3. Mekanisme *Rocker Arm*

Pada *roller rocker arm* tidak jauh berbeda dengan *rocker arm* pada umumnya, yang membedakan hanya terdapat *roller* atau bantalan gelinding yang dapat berputar saat terjadi gesekan dengan *camshaft*. Hal ini diharapkan dapat memperkecil kerugian gesekan yang terjadi dan membantu meningkatkan unjuk kerja pada sepeda motor tersebut.



Gambar 4. Mekanisme *Roller Rocker Arm*

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui pengaruh variasi tinggi *lift*, *lobe separation angle camshaft*, dan *roller rocker arm* terhadap unjuk kerja motor bensin empat langkah.



Gambar 6. *camshaft* modifikasi



Gambar 7. *Camshaft modifikasi + roller rocker arm*

## METODE

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Diagram alir penelitian

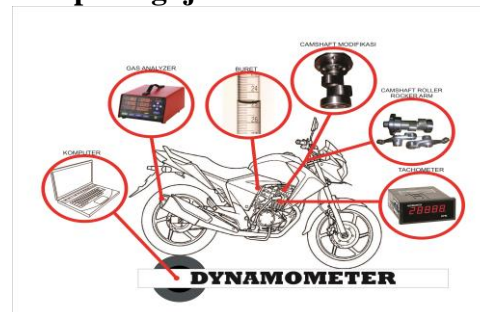
### Bahan Penelitian

*camshaft* yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari tiga buah *camshaft* yaitu *camshaft* standar sepeda motor mega pro, *camshaft* modifikasi, dan *camshaft* modifikasi dengan *roller rocker arm*.

Tabel 1. Spesifikasi *Camshaft*

No	Tipe <i>Camshaft</i>	Standar	Modifikasi	Modifikasi + <i>roller rocker arm</i>
1	In Lift	6,6 mm	7,6 mm	7,6 mm
2	Ex Lift	6,45 mm	7,45 mm	7,45 mm
3	LSA	96,25°	111,75°	111,75°
4	Durasi in	260°	260°	260°
5	Durasi ex	265°	265°	265°
6	Katup masuk ( <i>valve lift at 1mm</i> )	Buka : 5° sebelum TMA Tutup : 75° setelah TMB	Buka : 6° setelah TMA Tutup : 86° setelah TMB	Buka : 6° setelah TMA Tutup : 86° setelah TMB
7	Katup buang ( <i>valve lift at 1mm</i> )	Buka : 20° sebelum TMB Tutup : 65° setelah TMA	Buka : 40° sebelum TMB Tutup : 45° setelah TMA	Buka : 40° sebelum TMB Tutup : 45° setelah TMA

### Setup Pengujian



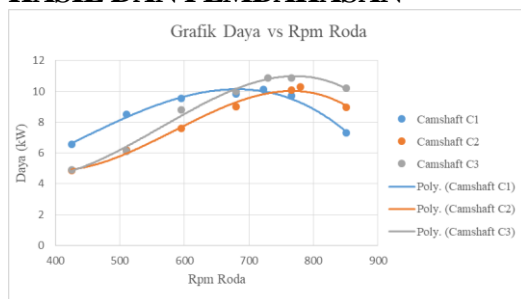
Gambar 8. Setup pengujian



Tabel 2. Pengkodean *camshaft*

Kode <i>Camshaft</i>	Jenis <i>Camshaft</i>	LSA	In.Lift	Ex.Lift
C1	Standar	96,25°	6,6 mm	6,45 mm
C2	Modifikasi	111,75°	7,6 mm	7,45 mm
C3	Modifikasi + roller rocker arm	111,75°	7,6 mm	7,45 mm

## HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 9. Grafik daya pada ketiga jenis *camshaft*

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada gambar 9 menunjukkan adanya perubahan daya pada tiap-tiap *camshaft*. Perubahan daya merujuk ke arah kenaikan daya yang dihasilkan dengan memodifikasi *camshaft*. Untuk mempermudah dalam menganalisa, pembahasan dibagi menjadi dua kelompok putaran roda.

### a. Putaran roda 400-600 rpm.

Pada *camshaft* C1 kenaikan daya cenderung kecil, pada putaran ini daya yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan kedua jenis *camshaft* yang lainnya. Hal ini dikarenakan *camshaft* C1 memiliki LSA (*lobe separation angle*) yang lebih sempit (96,25°) dibandingkan LSA *camshaft* C2 dan C3 (111,75°). Pada *camshaft* C1 katup hisap membuka lebih cepat 5° sebelum TMA dan katup buang menutup 65° setelah TMA, Ketika piston mencapai TMA dan akan melakukan langkah hisap, katup hisap sudah membuka 5° sebelum TMA. Dibanding dengan *camshaft* C2 dan C3 katup hisap membuka 6° setelah TMA dan katup

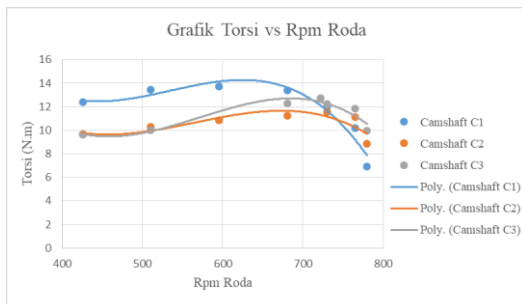
buang menutup 45° setelah TMA. Hal ini memberikan keuntungan yang baik pada putaran rendah karena pemasukan bahan bakar lebih cepat sehingga daya yang dihasilkan pun lebih tinggi dibanding kedua jenis *camshaft* yang lainnya.

### b. Putaran roda 600-850 rpm.

Pada putaran roda 600 - 800 rpm daya yang dihasilkan dari ketiga jenis *camshaft* mengalami perubahan. Pada *camshaft* C1 daya yang dihasilkan tidak mengalami kenaikan yang tinggi, bahkan mengalami penurunan daya yang lebih cepat pada putaran 765,4 rpm. Daya maksimal yang dihasilkan sebesar 10,14 kW pada putaran roda 722 rpm.

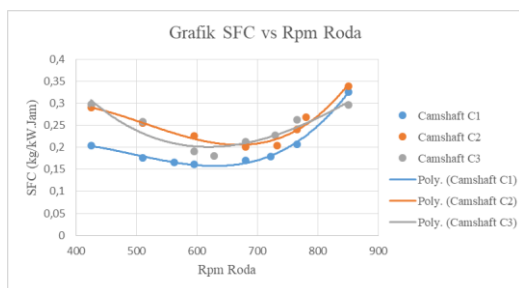
Pada *camshaft* C2 terjadi kenaikan daya yang tinggi sebesar 2,7 kW, daya maksimal yang dihasilkan sebesar 10,14 kW. hal ini dikarenakan *camshaft* C2 memiliki tinggi katup in 1 mm lebih tinggi dari tinggi katup in *camshaft* C1 dan katup ex juga lebih tinggi 1 mm dari katup ex *camshaft* C1. Hal ini menyebabkan jumlah campuran bahan bakar yang masuk lebih banyak dan menghasilkan tekanan kompresi yang lebih tinggi dibandingkan *camshaft* C1.

Sedangkan pada *camshaft* C3 daya yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan kedua jenis *camshaft* lainnya. Hal ini dikarenakan pada *camshaft* C3 menggunakan roller rocker arm yang berputar saat bersentuhan dengan *camshaft* sehingga gesekan yang terjadi lebih kecil dan mesin dapat berputar secara optimal. Daya maksimal yang dihasilkan sebesar 10,88 kW pada putaran roda 729,7 rpm. Setelah mencapai daya maksimal, tidak terjadi penurunan daya yang besar dibanding kedua jenis *camshaft* lainnya.



Gambar 10. Grafik torsi pada ketiga jenis *camshaft*

Berdasarkan grafik pada gambar 10 menunjukkan perbedaan torsi yang dihasilkan dari ketiga jenis *camshaft*. Torsi tertinggi dihasilkan oleh *camshaft* C1 yaitu sebesar 13,7 N.m pada putaran roda 595,3 rpm. Setelah mencapai torsi maksimal pada putaran yang lebih tinggi torsi mengalami penurunan yang signifikan. Torsi pada *camshaft* C2 dan C3 lebih kecil dibandingkan dengan *camshaft* C1 hal ini dikarenakan pada katup ex *camshaft* C2 dan C3 membuka pada 40° sebelum TMB, sehingga tekanan pembakaran pada ruang bakar berkurang sebelum piston mencapai TMB. Torsi maksimal yang dihasilkan *camshaft* C2 sebesar 11,59 N.m pada putaran roda 729,7 rpm. Pada *camshaft* C3 torsi maksimal yang dihasilkan 12,75 rpm pada putaran roda 722 rpm. Terjadi kenaikan torsi yang signifikan pada putaran roda 500 – 700 rpm, hal ini dikarenakan pengaruh roller rocker arm yang mengurangi gesekan pada putaran mesin tinggi sehingga mesin dapat bekerja secara optimal.

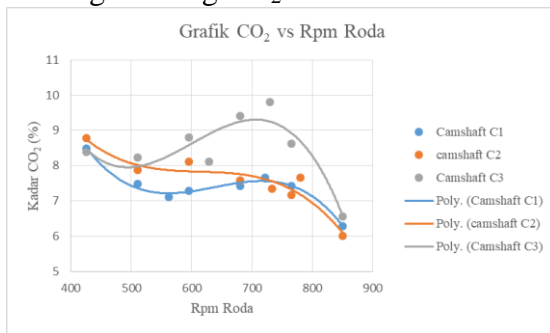


Gambar 11. Grafik sfc pada ketiga *camshaft*

Berdasarkan grafik hasil pengujian pada gambar 11 Menunjukkan adanya perbedaan konsumsi bahan bakar spesifik pada masing-masing jenis *camshaft*. Semakin tinggi putaran roda nilai konsumsi bahan bakar spesifik belum tentu semakin tinggi pula. Tinggi rendahnya nilai konsumsi bahan bakar spesifik tergantung dari besarnya daya yang dihasilkan. Pada *camshaft* C1 memiliki nilai konsumsi bahan bakar spesifik yang paling rendah diantara dua jenis *camshaft* yang lainnya. Hal ini dikarenakan nilai laju konsumsi bahan bakar yang lebih rendah dikarenakan perbedaan tinggi katup yang lebih rendah pula sehingga volume campuran bahan bakar dan udara yang terhisap masuk kedalam ruang bakar pun lebih sedikit dibanding dua jenis *camshaft* lainnya. Nilai konsumsi bahan bakar terendah *camshaft* C1 sebesar 0,16141 kg/kW.jam pada putaran roda 595,3 rpm. Pada *camshaft* C2 terjadi penurunan nilai konsumsi bahan bakar spesifik secara stabil sejalan dengan kenaikan daya yang terjadi. Nilai konsumsi bahan bakar spesifik terendah sebesar 0,20088 kg/kW.jam pada 680,4 rpm. Pada *camshaft* C3 nilai konsumsi bahan bakar spesifik terendah sebesar 0,18098 kg/kW.jam pada putaran roda 628,5 rpm. Setelah melewati nilai konsumsi bahan bakar spesifik terendah, nilai konsumsi bahan bakar spesifik kembali naik. Hal ini dikarenakan pada putaran yang semakin tinggi *throttle valve* terbuka lebih lebar yang menyebabkan campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar semakin besar.

Perbedaan nilai SFC yang terjadi pada *camshaft* C1, C2 dan C3 dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu nilai laju konsumsi bahan bakar spesifik dan daya yang dihasilkan.

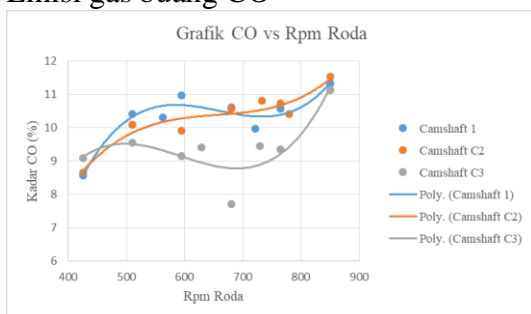
## Emisi gas buang CO<sub>2</sub>



Gambar 12. Grafik kadar CO<sub>2</sub> vs rpm roda.

Gas buang CO<sub>2</sub> atau karbon dioksida merupakan hasil dari pembakaran sempurna hidro karbon dari bahan bakar minyak bumi atau gas alam. Semakin tinggi kadar CO<sub>2</sub> berarti proses pembakaran yang terjadi semakin sempurna dan jumlah udara lebih dari cukup. Berdasarkan grafik pada gambar 12 menunjukkan bahwa kadar CO<sub>2</sub> semakin rendah seiring dengan putaran roda yang semakin tinggi. Namun saat mencapai rpm torsi dan daya maksimal, kadar CO<sub>2</sub> cenderung stabil bahkan mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan bahwa pembakaran yang sempurna menghasilkan torsi dan daya yang tinggi.

## Emisi gas buang CO

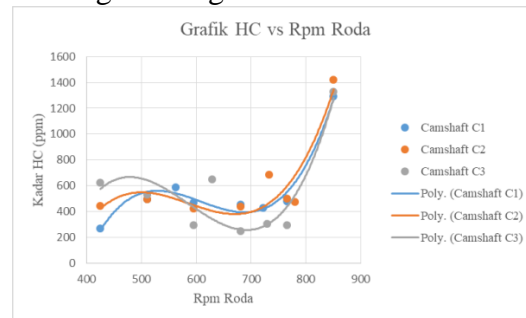


Gambar 13. Grafik CO vs rpm roda

Emisi gas CO atau karbon monoksida adalah gas yang timbul karena reaksi pembakaran yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan jumlah oksigen yang tidak mencukupi atau bisa juga disebabkan oleh proses pencampuran bahan bakar yang

tidak sempurna. Berdasarkan grafik pada gambar 13 menunjukkan semakin tinggi putaran roda kadar CO juga semakin tinggi. Namun, pada rentang rpm torsi dan daya maksimal kadar CO cenderung stabil bahkan mengalami penurunan. Pada rpm yang lebih tinggi kadar CO kembali meningkat. Hal ini sejalan dengan grafik CO<sub>2</sub> pada gambar 4.4 yang menunjukkan semakin tinggi putaran roda maka kadar CO<sub>2</sub> semakin rendah yang disebabkan karena reaksi pembakaran yang tidak sempurna.

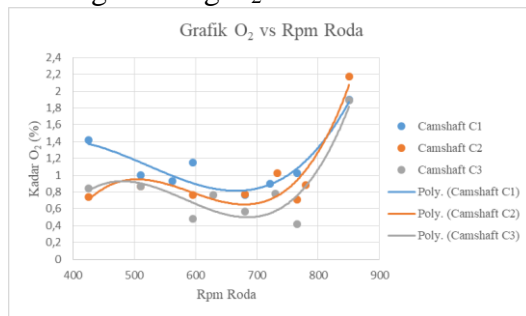
## Emisi gas buang HC



Gambar 14. Grafik kadar HC vs rpm roda

HC atau hidro karbon adalah gas buang yang diakibatkan karena bahan bakar yang tidak terbakar. HC adalah bagian dari bahan bakar yang dilepaskan baik dalam bentuk tidak terbakar atau tidak terpecah dengan sempurna. Hal ini bisa disebabkan karena kurangnya oksigen, suhu pembakaran yang turun, ataupun rendahnya kandungan oktan bahan bakar yang menyebabkan bahan bakar sulit terbakar dengan sempurna. Berdasarkan grafik HC pada gambar 14 kadar HC cenderung stabil pada putaran roda 400-750 rpm. Pada putaran roda diatas 750 rpm kadar HC meningkat drastis, hal ini disebabkan karena putaran mesin yang sangat tinggi menyebabkan proses pembakaran yang terjadi sangat cepat sehingga bahan bakar belum sempat terbakar seluruhnya.

## Emisi gas buang O<sub>2</sub>



Gambar 15. Grafik kadar O<sub>2</sub> vs rpm roda

Emisi gas buang O<sub>2</sub> adalah sisa oksigen dari proses pembakaran bahan bakar yang disebabkan karena proses pembakaran yang tidak sempurna, pasokan udara yang berlebih, atau bisa juga disebabkan karena bahan bakar yang terlalu sedikit. Berdasarkan grafik pada gambar 4.7 kadar O<sub>2</sub> cenderung menurun saat mendekati rpm daya dan torsi maksimal, hal ini menunjukkan bahwa proses pembakaran yang terjadi sempurna. Pada putaran tinggi kadar O<sub>2</sub> mengalami kenaikan yang signifikan. Hal ini disebabkan karena pada putaran mesin yang tinggi proses pembakaran terjadi sangat cepat sehingga campuran bahan bakar dan udara tidak bisa terbakar secara sempurna.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh variasi tinggi *lift*, *lobe separation angle camshaft*, dan *roller rocker arm* terhadap unjuk kerja sepeda motor 4 langkah, memperoleh hasil sebagai berikut :

1. Daya maksimal yang dihasilkan *camshaft* C3 dengan menggunakan *roller rocker arm* lebih tinggi yaitu sebesar 14,6 HP pada putaran roda 729,7 rpm, dibanding *camshaft* C2 yang memiliki tinggi lift dan LSA yang sama hanya menghasilkan daya sebesar 13,8 HP pada putaran roda 779,8 rpm. Sedangkan *camshaft*

standar C1 menghasilkan daya sebesar 13,6 HP pada putaran roda 722 rpm.

2. Torsi maksimal dihasilkan mesin dengan *camshaft* C1 (LSA 96,25°) yaitu sebesar 13,7 N.m pada putaran roda 595,3 rpm. Pada *camshaft* C2 (LSA 111,75°) torsi maksimal sebesar 11,59 N.m pada putaran roda 729,7 rpm. Sedangkan pada *camshaft* C3 (LSA 111,75°) torsi maksimal sebesar 12,75 N.m pada putaran roda 722 rpm. Dapat disimpulkan bahwa LSA *camshaft* yang lebih sempit menghasilkan torsi yang lebih tinggi.
3. Nilai konsumsi bahan bakar spesifik terendah dihasilkan *camshaft* C1 yaitu sebesar 0,16141 kg/kW.jam pada putaran roda 595,3 rpm. Pada *camshaft* C2 nilai konsumsi bahan bakar spesifik terendah sebesar 0,20088 kg/kW.jam pada putaran roda 680,4 rpm. Pada *camshaft* C3 nilai konsumsi bahan bakar spesifik terendah sebesar 0,18098 kg/kW.jam.
4. Hasil pengujian emisi gas buang menunjukkan bahwa *camshaft* C3 memiliki kadar CO, CO<sub>2</sub>, HC, dan O<sub>2</sub> yang lebih baik dibanding dengan dua jenis *camshaft* t yang lainnya. Hal ini berarti *camshaft* C3 lebih ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

Adi, Rian Wijanarko, (2013). Studi Eksperimental Tentang Pengaruh Variasi *Camshaft* Terhadap Kinerja Motor Empat Langkah 125 Cc Penyalaan Bunga Api, Skripsi, UMY, Yogyakarta.

Apriana, Candra Andita., dkk., (2015). Desain Sistem Kelistrikan Sepeda Motor Sebagai Alat Bantu Ajar Mahasiswa, SEMINAR NASIONAL XI SDM TEKNOLOGI NUKLIR, YOGYAKARTA.



- Arends, BPM. & Barendschot, H., (1980). *Motor Bensin*, Alih Bahasa : Umar Sukrisno, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Aryadi, W., & Karnowo., (2008). *Motor Bensin*, UNNES, Semarang.
- Burgess, Peter, and Gollan, David, (2000). "How To Build, Modify And Power Tune Cylinder Head", Veloce Publishing PLC, United Kingdom
- Cengel, A Yunus., and Dr. Boles, Michael A., (1994). "Thermodynamics An Engineering Approach Second Edition", USA : McGraw-Hill, Inc.
- Daryanto., (2002). "Teknik Reparasi dan Perawatan Sepeda Motor", Buni Aksara, Jakarta.
- Hartadi, Tri., (2015). Pengaruh *Perubahan Lobe Separation Angle* Terhadap Daya dan Torsi Pada Sepeda Motor Jupiter Z 110 Tahun 2007, Skripsi, Universitas Muhamadiyah Pontianak, Pontianak.
- Heywood, J. B., (1989). "Internal Combustion Engine Fundamental", MC Graw-Hill Book Company, Singapore.
- Hidayah, M. K., (2012). Analisis Torsi dan Daya Akibat Pemotongan *Ramp* Poros Bubungan (*Camshaft*) pada Sepeda Motor Suzuki Shogun 125 SP Tahun 2005, UNS, Surakarta.
- Honda *Parts Catalogue* Megapro, termuat di [www.hondacengkareng.com](http://www.hondacengkareng.com), diakses tanggal 5 september 2017 pukul 19.00.
- Muarifudin, A., (2017). Unjuk Kerja Sepeda Motor 4 Langkah *Fuel Injection* terhadap Penggunaan Bahan Bakar Premium dan Peralite, Skripsi, IST AKPRIND, Yogyakarta.
- Muhajir, H. Khairul., (2009). "Motor Bakar Torak", AKPRIND PRESS., Yogyakarta.
- Nathan, Stanley., (2012). Karakteristik Kinerja Mesin 4-Tak 100 Cc pada 3 Konfigurasi Buka-an Katup Untuk Pengembangan Mekanisme *Vvt Sohc*, Skripsi, Universitas Indonesia, Depok.
- Nanlohy, Hendry Yoshua, (2012). "Perbandingan Variasi Derajat Pengapian Terhadap Efisiensi *Thermal* dan Konsumsi Bahan Bakar Otto Engine BE50", DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik mesin, vol. 3 No. 2, hlm 211-215.
- Pamungkas, Yohanes Baktis., Pengaruh *Camshaft* Antara *Camshaft Standar* Dengan *Camshaft Racing* Terhadap Daya, Torsi, dan AFR (*Air Fuel Ratio*), Skripsi, Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Prihardintama, Sakti., (2010). Pengaruh Variasi Durasi Noken As Terhadap Unjuk Kerja Mesin Honda Kharisma Dengan Menggunakan 2 Busi, Tugas Akhir, ITS, Surabaya.
- Setiyo, M., & Bagiyo, C. P., (2012). Pemajuan *Valve Timing* terhadap Peningkatan Perbandingan Kompresi Aktual Torsi dan Daya, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Universitas Wahid Hasyim Semarang*: A.34-A.39 .

- Sucipto, A., (2015). Pengaruh Tinggi *Lift Lobe Separation Angle Camshaft* terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah, Skripsi, IST AKPRIND, Yogyakarta.
- Sukidjo, FX., (2008). “Pengaruh Durasi *Camshaft* terhadap Konsumsi Bahan Bakar, Emisi Gas Buang, Torsi dan Daya Mesin pada Mesin Bensin”, Forum Teknik., vol. 32, No. 3, hlm 214-220.
- Sulistiono, E., (2004). Mekanisme dan Perawatan Sistem Bahan Bakar pada Yamaha Mio Tahun 2004, Tugas Akhir, UNNES, Semarang.
- Utomo, A., (2007). Analisa Pengaruh Durasi *Camshaft* Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Honda Supra X 125 *Tune Up Road Race*, Skripsi, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Yamaha “*Genuine Part & Accessories, Part catalogue 2PV8 2016*”, termuat di [www.yamaha-motor.co.id](http://www.yamaha-motor.co.id), diakses tanggal 5 september 2017 pukul 19.30.
- Yamaha “*Genuine Part & Accessories, Part catalogue 5TL3 2006*”, termuat di [www.yamaha-motor.co.id](http://www.yamaha-motor.co.id), diakses tanggal 5 september 2017 pukul 19.40.
- Yulianto, E., (2008). Perbedaan Penggunaan *Camshaft* racing dan *Camshaft* Standar pada Tiap Putaran terhadap Daya dan Emisi Gas Buang pada Motor Honda Tiger 2000, Skripsi, UNM, Malang.
- Yoshia, F., (2012). Analisa Pengaruh Perubahan Tinggi Bukaannya Katup Terhadap Kinerja Motor bakar Otto, Skripsi, Universitas Indonesia, Depok.
- Yoyok, dkk. (2012). “Pengaruh Variasi *Lobe Separation Angle Camshaft* dan Variasi Putaran Mesin terhadap Daya Pada Sepeda Motor Honda Supra X 125 Tahun 2008”, NOSEL, vol. 1, No. 1, hlm 98-105.