

## PENGARUH VARIASI DURASI *CAMSHAFT* TERHADAP *PERFORMANCE* DAN EMISI GAS BUANG PADA MOTOR 4 TAK 150 CC

Saiful Ardi<sup>1</sup>, Fuad Abdillah<sup>2</sup>, Sena Mahendra<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Pendidikan Vokasional Teknik Mesin Otomotif  
Universitas IVET

Email: [ardhisaiful@gmail.com](mailto:ardhisaiful@gmail.com)

<sup>2</sup> Pendidikan Teknik Mesin Otomotif  
Universitas IVET.

Email: [fuadabdillah88@gmail.com](mailto:fuadabdillah88@gmail.com)

<sup>3</sup> Pendidikan Teknik Mesin Otomotif  
Universitas IVET.

Email: [sena.mahendra@yahoo.com](mailto:sena.mahendra@yahoo.com)

### ABSTRAK

Beberapa konsumen atau pengguna sepeda motor merasa performa mesin yang dikeluarkan pabrikan masih kurang maksimal, menjadi alasan konsumen melakukan modifikasi pada mesin sepeda motor mereka. Salah satu modifikasi dengan cara memperbaiki atau meningkatkan efisiensi volumetrik yaitu dengan merubah atau mengganti durasi dari *camshaft* standar dengan *camshaft* modifikasi. Di sisilain pelaku, modifikasi juga masih sedikit yang memperhatikan emisi gas buang dari kendaraan yang mereka modifikasi, apakah hasilnya akan lebih baik dari mesin yang masih standar pabrik atau bahkan lebih tinggi dari emisi mesin standar. Hal ini yang perlu dijadikan perhatian dari pelaku modifikasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui pengaruh durasi *camshaft* terhadap gas buang yang dihasilkan, (2) Untuk mengetahui perbedaan torsi, daya, efiseinsi bahan bakar dan emisi gas buang pada Honda Verza 150 CC dalam kondisi standar dan setelah menggunakan *camshaft aftermarket*.

Penelitian ini menggunakan metode komparatif dimana penggunaan *camshaft* standar akan dibandingkan dengan penggunaan *camshaft* variasi *aftermarket* yang nantinya diambil dengan data performa terbaik dan konsumsi bahan bakar spesifik terendah dan kandungan emisi gas buang yang tekecil.

Hasil penelitian ini adalah adanya pengaruh besaran durasi *camshaft* terhadap gas buang yang dihasilkan dikarenakan berubahnya masukan bahan bakar dan udara yang terhisap oleh mesin mempengaruhi pembakaran yang kurang sempurna dan mengakibatkan gas buang memiliki nilai yang cenderung tinggi dibanding dengan penggunaan *camshaft* standar. Kemudian perbedaan rata-rata torsi terbesar dihasilkan dari *camshaft* durasi 233<sup>0</sup> dengan bahan bakar pertamax sebesar 10,27 Nm dengan prosentase kenaikan 5,88% yang lebih baik penggunaan *camshaft* variasi, untuk perbedaan rata-rata daya tertinggi dihasilkan dari *camshaft* dengan durasi 233<sup>0</sup> dengan bahan bakar pertamax sebesar 10,04 HP atau memiliki peningkatan sebesar 8,42% lebih baik dari *camshaft* standar. Konsumsi bahan bakar memiliki nilai rata-rata terendah dibanding dengan *camshaft* standar dihasilkan dari *camshaft* dengan durasi 266<sup>0</sup> pada bahan bakar pertalite sebesar 0,014309 Kg/HP-jam dengan prosentase sebesar 21,75% lebih baik *camshaft* variasi. Sedangkan rata-rata kandungan CO terendah dihasilkan *camshaft* modifikasi durasi 266<sup>0</sup> dengan bahan bakar pertamax sebesar 0,21% lebih tinggi dibanding dengan *camshaft* standar atau lebih baik *camshaft* standar, sama halnya dengan kandungan HC dengan nilai rata-rata terendah dihasilkan *camshaft* durasi 266<sup>0</sup> dengan bahan bakar pertamax sebesar 78,272 ppm atau 1,06% lebih tinggi dari kandungan HC yang dihasilkan *camshaft* standar.

**Kata kunci :** Durasi *Camshaft*, Performa, Emisi Gas Buang

## ABSTRACT

Some consumers or motorcycle users feel that the performance of the engine issued by the manufacturer is still not optimal, which is the reason consumers make modifications to their motorcycle engines. One modification by improving or increasing volumetric efficiency is by changing or replacing the duration of a standard camshaft with a modified camshaft. In addition to the perpetrators, too few modifications pay attention to the exhaust emissions from the vehicle they are modifying, whether the results will be better than the engine that still factory standards or even higher than standard engine emissions. This needs attention from the modifier.

The purpose of this study is (1) to determine the effect of the duration of the camshaft on the resulting exhaust gas, (2) To determine the difference in torque, power, fuel efficiency and exhaust gas emissions on the Honda Verza 150 CC under standard conditions and after using aftermarket camshafts. This study uses a comparative method in which the use of a standard camshaft will be compared with the use of aftermarket variation camshafts which will be taken with the best performance data and the lowest specific fuel consumption and the smallest emissions of exhaust emissions.

The results of this study are the influence of the amount of camshaft duration on the exhaust gas produced due to changes in fuel input and the air that is sucked up by the engine affects imperfect combustion and resulting exhaust gas has a value that tends to be high compared to the use of standard camshafts. Then the largest average torque difference is generated from the camshaft duration of 233<sup>0</sup> with Pertamina fuel of 10.27 Nm with a percentage increase of 5.88% which is better to use camshaft variation, for the difference in average highest power produced from the camshaft with a duration of 233<sup>0</sup> with material Pertamina fuel is 10.04 HP or has an increase of 8.42% better than a standard camshaft. Fuel consumption has the lowest average value compared to standard camshafts produced from camshafts with a duration of 266<sup>0</sup> in pertalite fuel of 0.014309 Kg / HP-hour with a percentage of 21.75% better camshaft variations. While the lowest average CO content produced 266<sup>0</sup> duration modification camshaft with Pertamina fuel was 0.21% higher compared to standard camshaft or better standard camshaft, as well as HC content with the lowest average value produced 266<sup>0</sup> duration camshaft with material Pertamina fuel was 78.272 ppm or 1.06% higher than the HC content produced by the standard camshaft.

**Keywords:** *Camshaft Duration, Performance, Flue Gas Emissions*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Sepeda motor adalah salah satu alat transportasi yang menjadi pilihan banyak orang untuk bertransportasi bagi kebanyakan orang. Hal ini juga dijadikan momen baik bagi produsen sepeda motor untuk berlomba-lomba menghasilkan produknya yang lebih baik dari produksi sebelumnya. Beberapa konsumen atau pengguna sepeda motor merasa performa mesin yang dikeluarkan pabrikan masih kurang maksimal, terutama torsi dan daya juga efisiensi bahan bakar sehingga ini yang menjadi alasan konsumen melakukan modifikasi pada mesin sepeda motor mereka. Akan tetapi jika modifikasi mesin dilakukan tanpa memperhitungkan efisiensi mesin juga akan kurang maksimal. Salah satu cara memperbaiki atau meningkatkan efisiensi volumetrik yaitu dengan merubah atau mengganti durasi dari *camshaft* standar dengan *camshaft* modifikasi. Di sisilain pelaku, modifikasi juga masih sedikit yang memperhatikan emisi gas buang dari kendaraan yang mereka modifikasi, apakah hasilnya akan lebih baik dari mesin yang masih standar pabrik atau bahkan lebih tinggi dari emisi mesin standar. Hal ini yang perlu dijadikan perhatian dari pelaku modifikasi.

Dengan adanya kegiatan modifikasi yang semakin merebak ini, menjadikan peneliti tertarik untuk meneliti: **“Pengaruh Variasi Durasi *Camshaft* Terhadap *Performance* Dan Emisi Gas Buang Pada Motor 4 Tak 150 cc”**.

**Rumusan Masalah.** (1) Bagaimana keterkaitan perubahan durasi *camshaft* dengan emisi gas buang yang dihasilkan. (2) Seberapa besar perbedaan torsi (Nm), daya (Hp), efisiensi bahan bakar dan emisi gas buang pada Honda Verza 150 CC dalam kondisi standar dan setelah menggunakan *camshaft aftermarket*.

**Tujuan Penelitian.** (1) untuk mengetahui pengaruh durasi *camshaft* terhadap gas buang yang dihasilkan, (2) Untuk mengetahui perbedaan torsi, daya, efisiensi bahan bakar dan emisi gas buang pada Honda Verza 150 CC dalam kondisi standar dan setelah menggunakan *camshaft aftermarket*.

**Manfaat Penelitian.** Untuk mengetahui pengaruh durasi *camshaft* terhadap gas buang yang dihasilkan. Untuk mengetahui perbedaan torsi, daya, efisiensi bahan bakar dan emisi gas buang pada Honda Verza 150 CC dalam kondisi standar dan setelah menggunakan *camshaft aftermarket*. Sebagai bahan pertimbangan dalam pengembangan teknologi yang menuntut performa yang maksimal dan emisi yang rendah. Sebagai bahan evaluasi dan pemikiran dalam bidang otomotif. Memberi kajian teoritis tentang mekanisme katup dan keterkaitannya terhadap mesin. Memberi informasi penerapan durasi *camshaft* yang optimal terhadap mesin Honda Verza 150 CC. Sebagai pertimbangan dalam pelaksanaan modifikasi dengan tetap memperhitungkan emisi yang dihasilkan.

### Motor Bakar 4 tak

Siklus kerja motor 4 langkah atau yang sering dikenal sebagai siklus 4 tak yang berarti dalam 1 siklus pergerakan piston terjadi 4 kali, yang juga terjadi 2 kali putaran penuh poros engkol sebanyak 720<sup>0</sup>. Suatu siklus dikatakan lengkap apabila keempat langkah itu terlaksana, yaitu langkah isap, langkah tekan, langkah kerja, dan langkah buang. Di dalam satu siklus itu torak bergerak sepanjang TMA-TMB-TMA-TMB-TMA. Motor bakar torak yang bekerja dengan siklus lengkap seperti ini termasuk golongan motor 4 langkah (Wiranto, 2005:9). Motor bensin mempunyai tekanan kompresi 10-17 kg/cm<sup>2</sup> yang memberikan suhu 400-600<sup>0</sup>C pada akhir langkah kompresi (Daryanto, 1994:11). Semua gas pembakaran yang sudah tidak terpakai lagi diusahakan dapat

dikeluarkan selama langkah buang, sedangkan udara (dan bahan bakar) diusahkan dapat masuk sebanyak-banyaknya selama langkah isap (Wiranto, 2005:35).

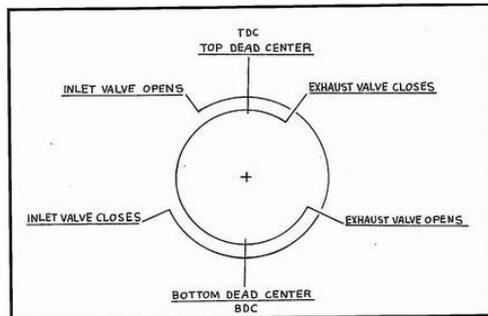


Diagram combining inlet and exhaust timing events. The inner circle, showing the exhaust cycle, is made smaller than the inlet circle.

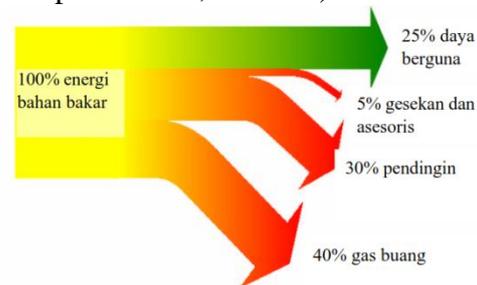
**Gambar 1.** Diagram Durasi katup (Dess Hammil, 1998:10)

*Duration* atau durasi adalah jumlah derajat pada saat katup mulai membuka hingga katup menutup. Derajat durasi *camshaft* diukur dari durasi putaran pada *crankshaft* (Des Hammil, 1998:9). Banyak sedikitnya derajat bukaan katup akan mempengaruhi langkah hisap, kompresi, usaha, buang dan *overlapping*. Sedangkan rentang waktu buka tutup katup akan mempengaruhi efisiensi volumetrik (bahan bakar yang masuk), ketuntasan saat pengeluaran gas sisa pembakaran, besarnya kompresi, dan lamanya waktu melakukan langkah usaha. Tumpang tindih katup dibutuhkan untuk mencegah terjadinya kevakuman pada saluran buang saat kecepatan torak menuju ke TMA berkurang, sehingga menghambat laju pembuangan gas sisa pembakaran (Philip Kristanto, 2015:100).

### Performa Mesin

Kemampuan mesin motor bakar untuk merubah energi yang masuk yaitu bahan bakar sehingga menghasilkan daya berguna disebut kemampuan mesin atau prestasi motor (Sunyoto, 2008:256). Baik tidaknya desain suatu mesin dapat diamati dari performa yang dihasilkan mesin tersebut. Kinerja motor bergantung pada beberapa parameter yaitu kinematika torak,

kerja, tekanan efektif purata, torsi, dan daya, serta konsumsi bahan bakar spesifik (Philip Kristanto, 2015:11).



**Gambar 2.** Keseimbangan Energi Motor Bakar (Sunyoto, 2008:256)

Dari gambar diatas dapat kita ketahui bahwa keseluruhan energi yang terbentuk pada saat proses pembakaran tidak sepenuhnya digunakan untuk menggerakkan mesin, namun hanya berkisar 25 % saja daya yang berguna, sedangkan lainnya terbuang pada gas buang sekitar 40%, terbuang pada sistem pendinginan 30%, dan juga 5% karena gesekan pada komponen atau aksesoris mesin itu sendiri. Kecepatan rata-rata torak seringkali dijadikan parameter yang lebih tepat daripada putaran poros engkol untuk mengkorelasikan perilaku mesin sebagai fungsi kecepatan (John Heywood, 1988:45).

Torsi dan daya adalah ukuran yang menggambarkan output kinerja dari motor pembakaran dalam, kedua parameter ini menjelaskan dua elemen kinerja yang berbeda (Philip Kristanto, 2015:11). Perlu diketahui bahwa torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan pekerjaan, daya merupakan tingkat dimana pekerjaan dilakukan (John Heywood, 1988:46). Pada kenyataannya tidak pernah terjadi pembakaran sempurna, karena itu daya dan efisiensinya sangatlah bergantung pada perbandingan campuran bahan bakar – udara, kesempurnaan bahan bakar – udara itu bercampur, dan saat penyalaan (Wiranto, 2005:29). Sedangkan untuk memperoleh daya maksimum dari suatu operasi hendaknya komposisi gas pembakaran dari silinder (komposisi gas

hasil pembakaran) dibuat seideal mungkin, sehingga tekanan gas hasil pembakaran bisa maksimal menekan torak dan mengurangi terjadinya detonasi ( Bahrul Amin & Faisal Ismet, 2016:43).

Dalam pengujian mesin, konsumsi bahan bakar diukur sebagai laju aliran massa jenis bahan bakar dibagi waktu. Pengujian yang lebih penting adalah konsumsi bahan bakar (sfc) dengan menghitung laju aliran bahan bakar dibagi daya yang dihasilkan (John .B Heywood, 1988:51). Penggunaan bahan bakar dalam gram per jam Ne dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$SFC = \frac{m_f}{p} [\text{kg/kWh}]$$

Dimana :

SFC = konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kWh)

P = daya mesin (kW)

Sedangkan nilai  $m_f$  dapat dicari dengan

persamaan sebagai berikut :  $m_f = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \rho_{bb}$

Dimana :

b = Volume buret (cc)

t = waktu (detik)

$\rho_{bb}$  = berat jenis bahan bakar (kg/ l)

$m_f$  = penggunaan bahan bakar per jam pada kondisi tertentu ( kg/h)

(Soenarta & Furuhamu, 1995).

Penelitian yang dilakukan ini berdasarkan dari penelitian terdahulu yang sudah dilakukan oleh FX.Sukijo (2008) penilitin dilakukan di Fakultas Teknik UGM Yogyakarta dengan judul “ Pengaruh Durasi *Camshaft* terhadap konsumsi bahan bakar, emisi gas buang, torsi dan daya pada mesin bensin”, dengan mesin 4 langkah yang digunakan yaitu bermerk Daiheiyo 110. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa daya mesin cenderung lebih tinggi pada *camshaft* yang berdurasi lebih besar pada putaran tinggi, demikian pula torsinya.

Sama halnya dengan Tinus Ginting (2019) melakukan penelitian di Akademi Teknologi Industri Immanuel Medan dengan judul “ Pengaruh *Camshaft* standar

dan racing terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada Supra 125 CC”. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan perbandingan penggunaan *Camshaft* racing yang terjadi pada emisi gas buang CO terjadi kenaikan dibanding dengan penggunaan *camshaft* standart. Untuk nilai HC yang dihasilkan beragam antara standar dan racing namun *camshaft* racing memiliki kecenderungan lebih tinggi. Pada konsumsi bahan bakar penggunaan *camshaft* standar kecenderungan meningkat sejalan dengan peningkatan tiap putaran mesin, hal berbeda terjadi pada *camshaft* racing dimana pada putaran 2000-3000 rpm terjadi penurunan nilai konsumsi bahan bakar namun pada putaran 1500-2000 terjadi peningkatan.

Kurniawan Hidayah Mahmud, Husin Bugis, dan Ngatou Rohman melakukan analisis pada tahun 2012 yang bertempat di UNS Surakarta yang berjudul “Analisis Torsi dan Daya Akibat Pemotongan *Ramp* Pemotongan Poros Bubungan (*Camshaft*) Pada Sepeda Motor Suzuki Shogun 125 SP Tahun 2005”. Pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan perbandingan torsi dan daya antara *camshaft* durasi standar dengan *camshaft* yang dilakukan modifikasi pada durasinya melalui pemotongan *ramp*. Hasil yang didapat setelah dilakukan pengujian dengan *camshaft* standard dimana torsi maksimal 6,28 ft-lbs diperoleh pada rpm 6000 dan daya maksimal yang didapat senilai 7,99 HP pada putaran 7500 rpm. Sedangkan pada *camshaft* modifikasi memperoleh nilai torsi tertinggi sebesar 6,98 ft-lbs di rpm 6500 serta daya maksimal pada 9,79 HP pada 8000 rpm.

Khairul Muhajir, dkk (2018) mereka melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Variasi Tinggi *Lift*, *Lobe Separation Angle Camshaft*, dan *Roller Roker Arm* Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah” yang dilaksanakan di Universitas Negeri

Manado. Penelitian yang membandingkan unjuk kerja mesin pada *camshaft* standard dengan *camshaft* modifikasi dan juga *camshaft* modifikasi ditambah penggunaan *roller roker arm*. Konsumsi bahan bakar spesifik yang memiliki nilai paling rendah dihasilkan pada *camshaft* standard sebesar 0,16141 kg/kW sedangkan pada *camshaft* modifikasi memiliki nilai sebesar 0,20088 kg/kW.

## METODE PENELITIAN

### Pendekatan dan Jenis Penelitian.

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimen. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besaran nilai torsi, daya, konsumsi bahan bakar spesifik, serta emisi gas buang yang menggunakan *camshaft* standard dengan menggunakan *camshaft* yang sudah dimodifikasi.

**Objek Penelitian.** Pada penelitian ini objek penelitian digunakan sebuah sepeda motor Honda Verza 150 cc, dengan spesifikasi sebagai berikut :

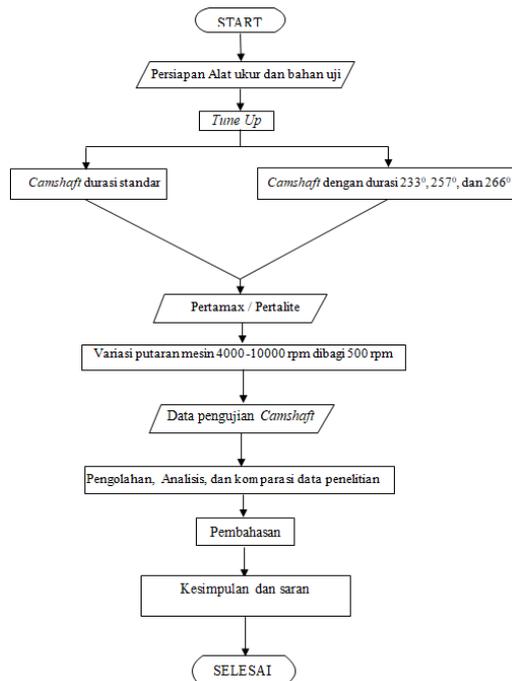
**Tabel 1.** Spesifikasi Sepeda motor 4 tak Honda Verza 150 CC

Merek	Honda Verza 150 CC
Tahun	2015
Mesin :	
Tipe mesin	4-langkah, SOHC, silinder tunggal
Volume langkah	149,2 cm <sup>3</sup>
Sistem pendinginan	Berpendingin udara
Sistem suplai bahan bakar	Injeksi (PGM-FI/ <i>Programmed Fuel Injection</i> )
Perbandingan kompresi	9,5 : 1
Daya maksimum	9,72 kW (13,2 PS)/ 8.500 rpm
Torsi maksimum	12,7 Nm (1,29 kgf.m)/ 6.000 rpm
Tipe transmisi	Manual, 5-percepatan
Tipe pengapian	Full Transisterized
Tipe stater dan kelistrikan	Starter kaki dan elektrik dengan baterai 12v-3,5Ah

Chasis :	
Suspensi depan	Teleskopik
Suspensi belakang	Peredam kejut ganda
Rem depan	Cakram hidrolik dengan piston ganda
Rem belakang	Tromol
Ban depan	90/80-17"
Ban belakang	100/80-17"
Dimensi :	
Panjang x lebar x tinggi	2.056 x 742 x 1.054 mm
Jarak sumbu roda	1.318 mm
Jarak terendah ke tanah	156 mm
Ketinggian tempat duduk	773 mm
Berat kosong	129 kg
Kapasitas tangki	12,2 liter

**Identifikasi Variabel.** (1) Variabel bebas. Pada penelitian ini variable bebas yang digunakan adalah *camshaft* dengan durasi yang bervariasi. (2) Variabel terikat. Serta dari variabel bebas tadi variable terikatnya yaitu performa sepeda motor dalam hal ini torsi dan daya, konsumsi bahan bakar spesifik, dan juga emisi gas buang.

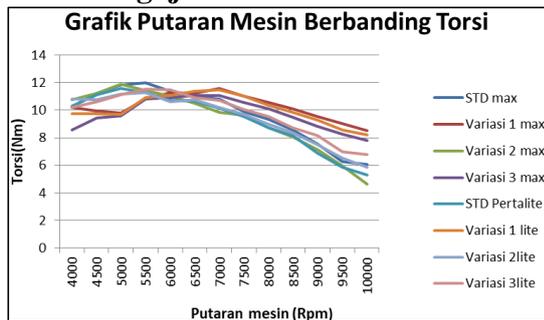
**Teknik Pengumpulan Data.** Pada besaran torsi dan daya data didapat dengan menggunakan *Dynamometer*. Untuk kandungan emisi gas buang yang dihasilkan besaran nilainya didapat menggunakan alat *Gas Analyzer*. Sedangkan untuk nilai konsumsi bahan bakar data didapat menggunakan aliran bahan bakar pada pipa. Data dari besaran tadi diambil dengan penggunaan *camshaft* durasi standar dan dengan *camshaft* durasi 233<sup>0</sup>, 257<sup>0</sup>, dan 266<sup>0</sup>. Yang nantinya diuji pada putaran 4000, 4500, 5000, 5500, 6000, 6500, 7000, 7500, 8000, 8500, 9000, 9500, 10000 rpm. Pengambilan data dari tiap-tiap *camshaft* yang kemudian dimasukan table hasil pengujian dengan langkah pengujian yang digambarkan pada diagram berikut :



Gambar 3. Diagram Langkah Pengujian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Torsi



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Torsi Bahan bakar Pertamax

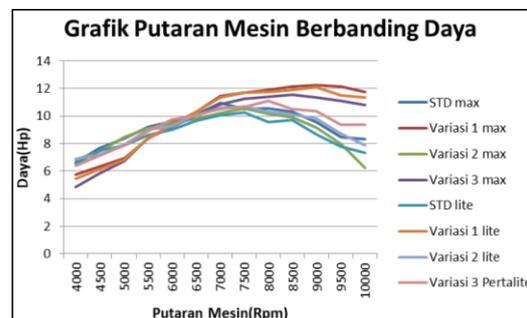
Penggunaan bahan bakar pertamax menghasilkan torsi terbesar 11,96 Nm dengan *camshaft* standar dan menghasilkan rata-rata torsi terbesar dihasilkan *camshaft* variasi 1 sebesar 10,27 Nm dengan prosentase peningkatan 5,88% yang berarti dapat menghasilkan torsi maksimal diatas *camshaft* standard, yang berarti nilai torsi terbaik didapat dari *camshaft* variasi 1. sedangkan rata-rata torsi terendah dihasilkan dari *camshaft* variasi 2 sebesar 9,29 Nm atau menurun 4,23% dari rata-rata hasil torsi *camshaft* standar dimana *camshaft* standar lebih baik dari pada penggunaan *camshaft* variasi 2.

### Bahan Bakar Pertalite

Rata-rata torsi penggunaan bahan bakar pertalite dihasilkan dari *camshaft* variasi 1 sebesar 10,09 Nm dengan prosentase peningkatan 9,08% dari rata-rata torsi *camshaft* standar, dimana *camshaft* variasi 1 lebih baik dari *camshaft* standar.

Dari penelitian yang dilakukan perbedaan torsi yang dihasilkan antara penggunaan bahan bakar pertalite dengan bahan bakar pertamax dapat dipengaruhi dari kandungan nilai oktan yang terdapat dari masing-masing bahan bakar. Nilai oktan yang berbeda akan menghasilkan timing pembakaran yang berbeda juga, dikarenakan ketahanan bahan bakar terhadap tekanan yang diterima juga berbeda. Dengan *camshaft* berdurasi 233<sup>o</sup> menghasilkan rata-rata torsi tertinggi dengan bahan bakar pertamax, dan dengan bahan bakar pertalite mengalami peningkatan tertinggi dibandingkan dengan *camshaft* standar. Hal ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Khairul Mujahir (2018), dimana penggunaan *camshaft* yang memiliki durasi bukaan yang lebih besar belum tentu menghasilkan torsi yang terbesar, pada penelitiannya didapat torsi terbesar diraih dari penggunaan *camshaft* standar dengan nilai 13,7 Nm dibanding dengan variasi yang hanya sebesar 11,59 Nm.

### Hasil Pengujian Daya



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Daya Bahan Bakar Pertamax

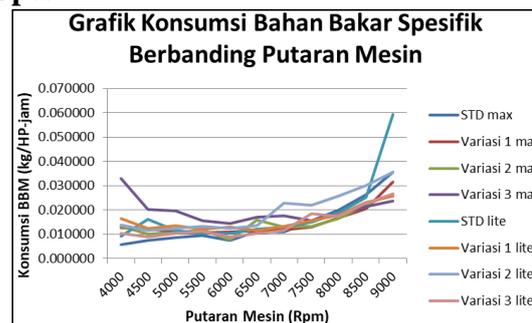
Daya tertinggi dihasilkan dari *camshaft* variasi 1 dengan bahan bakar

pertamax sebesar 12,27 HP yang diperoleh pada putaran mesin 9000 Rpm, rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 10,04 HP dengan prosentase 8,42% peningkatan yang lebih baik dari penggunaan *camshaft* standard. Sedangkan *camshaft* variasi 2 menghasilkan daya rata-rata 8,88 HP atau mengalami penurunan 4,10% dari *camshaft* standard yang berarti menghasilkan daya lebih buruk. **Bahan Bakar Pertalite**

Penggunaan bahan bakar pertalite dengan *camshaft* variasi 1 menghasilkan peningkatan rata-rata tertinggi sebesar dengan nilai daya 9,86 Hp atau 13,86% peningkatan lebih baik dari *camshaft* standard.

Dengan penggunaan durasi lama menghasilkan daya yang maksimal pada putaran tinggi karena dengan semakin tinggi putaran tekanan rata-rata kompresi akan mengalami peningkatan, dengan bahan bakar pertamax yang lebih tahan dengan kompresi tinggi memungkinkan pembakaran yang terjadi lebih sempurna karena berkurangnya pembakaran dini. Sedangkan penggunaan bahan bakar dengan nilai oktan yang rendah memungkinkan terjadinya pembakaran dini yang disebabkan tidak tahannya terhadap tekanan tinggi yang berakibat berkurangnya daya mesin. Dari penelitian didapat hasil daya terbesar dihasilkan dari *camshaft* variasi 1 dan peningkatan tertinggi juga dihasilkan *camshaft* variasi 1 dibanding dengan penggunaan *camshaft* standard. Hal ini sama dengan penelitian FX.Sukijo, penggunaan *camshaft* variasi dengan durasi lebih besar dapat meningkatkan nilai daya yang dihasilkan, hal ini sama seperti penelitian yang dilakukan FX. Sukijo (2008) dengan hasil daya maksimal pada penggunaan *camshaft* dengan durasi 2900 dengan nilai 7,3 HP pada 10.000 rpm.

## Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik



**Gambar 6.** Grafik Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar spesifik menggunakan bahan bakar pertamax dengan pola grafik yang paling teratur didapat dari *camshaft* variasi 1 dimana tidak terjadi perubahan nilai yang signifikan. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar spesifik yang paling hemat dapat kita lihat dihasilkan pada *camshaft* standard dengan bahan bakar pertamax pada putaran mesin menengah kebawah, akan tetapi dari putaran sedang ke tinggi cenderung lebih boros. Sedangkan pada *camshaft* variasi 3 dengan bahan bakar pertamax pada putaran awal hingga menengah tertulis paling boros akan tetapi pada putaran tinggi cenderung lebih hemat dari *camshaft* yang lain.

### Bahan Bakar Pertamax

Penelitian dengan bahan bakar pertamax menghasilkan hasil terbaik dari *camshaft* variasi pada *camshaft* variasi 2 memiliki selisih terkecil yaitu 0,000267 Kg /HP-jam dengan prosentase 1,86 % yang menandakan hasil terbaik dari *camshaft* variasi yang diujikan jika dibandingkan dengan *camshaft* standard.

### Bahan Bakar Pertalite

Dengan bahan bakar pertalite menghasilkan konsumsi bahan bakar spesifik terbaik yaitu penurunan angka dari penggunaan *camshaft* standard yaitu penggunaan *camshaft* variasi 3 sebesar 0,003977 Kg/ Hp-jam atau penurunan sebesar 21,75 % yang berarti *camshaft* variasi lebih baik dari *camshaft* standard.

Terjadinya perbedaan jumlah konsumsi bahan bakar spesifik ini dikarenakan perubahan durasi yang dilakukan akan mempengaruhi laju aliran campuran udara dan bahan bakar yang masuk kedalam mesin yang nantinya akan mempengaruhi daya yang dihasilkan. Dengan kata lain tanpa membuka putaran gas lebih lebar, dengan perubahan laju aliran yang terjadi dapat menghasilkan daya yang sama pada durasi yang berbeda.

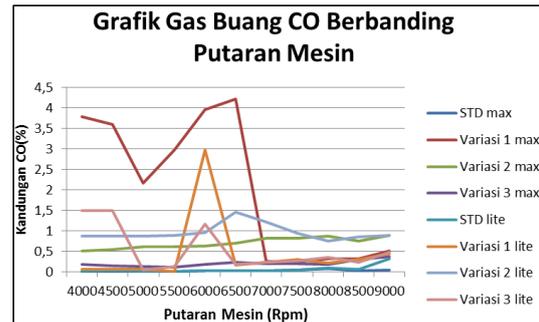
Perbedaan konsumsi bahan bakar antara menggunakan pertamax dan pertalite dikarenakan berbedanya nilai oktan akan mempengaruhi titik pembakaran yang berubah, dimana dengan pertamax pembakaran yang terjadi dapat dikurangi dari *knocking*. Sedangkan pada penggunaan bahan bakar dengan oktan rendah juga akan berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar spesifiknya, dikarenakan dengan oktan yang nilainya lebih rendah untuk dapat menghasilkan daya yang sama pada penggunaan bahan bakar yang nilai oktannya lebih tinggi memerlukan bahan bakar yang sedikit lebih banyak.

Hasil yang sama juga didapat dari penelitian Khairul Mujahir (2018), dimana konsumsi bahan bakar spesifik pada penggunaan camshaft standar menghasilkan nilai yang paling rendah yaitu 0,16141 Kg / HP-jam.

#### Hasil Pengujian Gas Buang

Pada pengujian gas buang kandungan yang dianalisa yaitu kandungan CO dan HC dari penggunaan tiap camshaft.

Hasil Pengujian CO pada gas buang dengan bahan bakar pertamax maupun pertalite.



**Gambar 7.** Grafik Hasil Pengujian CO

Dari pengujian yang dilakukan kandungan CO terendah dihasilkan pada *camshaft* standar dengan bahan bakar pertamax yaitu 0,01 % pada 4000-4500 Rpm, bahkan untuk nilai tertinggi sebesar 0,08 % pada putaran mesin 8000 Rpm. Namun untuk kandungan CO tertinggi terdapat pada *camshaft* variasi 1 yaitu pada putaran mesin rendah hingga sedang dengan nilai tertinggi sebesar 4,22 % pada rpm 6500, tetapi untuk putaran mesin menengah hingga tinggi cenderung rendah dengan nilai terendah yaitu 0,25 % pada putaran mesin 7000-7500 Rpm. Atau dengan penggunaan camshaft standar yang paling baik gas bunagnya dibandingkan camshaft variasi.

#### Bahan Bakar Pertamax

Dari pengujian yang dilakukan rata-rata kandungan CO dengan bahan bakar pertamax dengan yang paling tinggi dihasilkan oleh *camshaft* variasi 1 dengan durasi 233<sup>0</sup> yaitu sebesar 2,032 % atau berarti penggunaan *camshaft* variasi 1 memiliki rata-rata kandungan gas buang yang paling buruk dari pengujian *camshaft* variasi dibandingkan dengan *camshaft* standar. Dari variasi *camshaft* yang ada rata-rata kandungan CO terendah dari semua pengujian camshaft variasi yang diuji dihasilkan dari *camshaft* variasi 3 dengan durasi 266<sup>0</sup> yaitu 0,21 %,

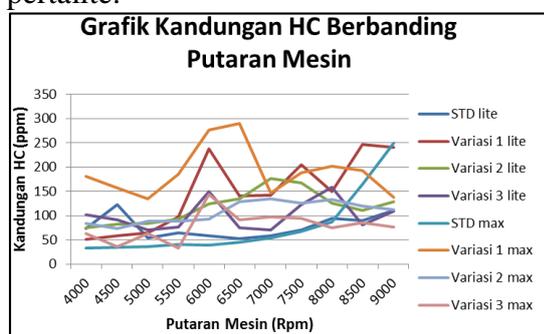
#### Bahan Bakar Pertalite

Untuk penggunaan bahan bakar pertalite rata-rata peningkatan kandungan CO tertinggi pada *camshaft* variasi 2 dengan angka 0,965455%, dengan kata lain penggunaan *camshaft* variasi 2

memiliki nilai yang paling buruk dibandingkan *camshaft* standar. Sedangkan untuk *camshaft* variasi 1 memiliki selisih terkecil yaitu 0,372727 atau 561,64 % peningkatannya dari *camshaft* standar. Dimana dengan *camshaft* variasi tidak dapat menghasilkan emisi yang lebih baik dari *camshaft* standar.

Perbedaan nilai kandungan CO antara penggunaan bahan bakar pertamax dan dengan bahan bakar pertalite dikarenakan adanya perbedaan pembakaran yang dihasilkan dari tiap jenis *camshaft* yang diujikan. Dengan kecepatan rambat dalam pembakaran yang berbedakan menimbulkan kandungan CO yang berbededa. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penggantian *camshaft* durasi mengakibatkan perubahan kualitas pembakaran dan berujung perubahan kandungan emisi gas buang. Dan membuktikan bahwa dengan perubahan durasi *camshaft* yang dilakukan dapat mempengaruhi kandungan CO pada gas buang. Hal ini seperti penelitian yang dilakukan Tinus Ginting (2019), dimana hasil pengujian dengan *camshaft* modifikasi menghasilkan kenaikan kandungan CO dengan kenaikan terbesar sebesar 0,057 %.

Hasil Pengujian HC pada gas buang dengan bahan bakar pertamax maupun pertalite.



**Gambar 8.** Grafik Hasil Pengujian HC

Dari pengujian yang dilakukan kandungan HC terendah dihasilkan dari penggunaan *camshaft* standar dengan bahan bakar pertamax sebesar 34 ppm

pada rpm 4000, sedangkan penggunaan *camshaft* variasi kandungan terendah dihasilkan pada *camshaft* variasi 3 dengan bahan bakar pertamax sebesar 34 ppm pada 5500 rpm. Sedangkan kandungan HC tertinggi dihasilkan dari *camshaft* variasi 1 dengan bahan bakar pertamax sebesar 289 ppm pada rpm 6500. Perbedaan kandungan HC ini terjadi karena tidak terbakarnya bahan bakar pada saat proses pembakaran, atau bahan bakar tidak sepenuhnya terserap energinya pada saat pembakaran dan ikut terbuang pada saat langkah buang berlangsung. *camshaft* durasi standar memiliki nilai HC yang rendah sebab terjadinya campuran bahan bakar dan udara dari semprotan injeksi sudah di atur sedemikian rupa supaya menghasilkan performa mesin terbaik dengan kadar emisi yang serendah mungkin.

Jika dilihat dari gambar grafik kecenderungan pada grafik pada penggunaan *camshaft* durasi standar memiliki pola yang teratur dimana semakin tinggi rpm nilai kandungan HC semakin meningkat. Dikarenakan semakin tinggi rpm maka semakin sedikit juga waktu yang tersedia untuk bahan bakar dan udara terbakar sempurna.

Sedangkan pada *camshaft* variasi memiliki pola grafik yang tidak teratur dimana terjadi lonjakan yang signifikan di tiap-tiap putaran mesin. Hal ini terjadi karena karena adanya perubahan pada durasi *camshaft* dimana derajat pembukaan katup akan mempengaruhi lama tidaknya proses pembakaran dan ini akan berakibat kandungan HC yang dihasilkan dari proses pembakaran. Semakin sedikit waktu pembakaran maka memiliki potensi nilai HC yang lebih tinggi. Namun pada *camshaft* variasi 3 memiliki nilai yang cenderung rendah pada putaran bawah dan atas, sedangkan putaran menengah menghasilkan nilai HC yang cukup tinggi. Hal ini terjadi karena dengan durasi yang lebih tinggi pada putaran mesin tinggi

memungkinkan lebih banyak masuknya udara dan bahan bakar, sehingga efisiensi volumetrik dapat dicapai dengan lebih baik.

### **Bahan Bakar Pertamax**

Dari keseluruhan pengujian pada tiap camshaft variasi menggunakan bahan bakar pertamax menghasilkan rata-rata kandungan HC diatas dari penggunaan camshaft standar, dimana peningkatan tertinggi dihasilkan dari camshaft variasi 2 dengan prosentase kenaikan sebesar 145,19 %, yang berarti menghasilkan kandungan HC terburuk dari pengujian, namun pada penggunaan camshaft variasi 3 menghasilkan prosentase kenaikan 1,06% dari camshaft standar yang berarti memiliki kandungan HC terendah atau nilai HC terbaik dari pengujian camshaft variasi.

### **Bahan Bakar Peralite**

Pada penggunaan camshaft variasi cenderung menghasilkan kandungan HC yang lebih tinggi dibanding dengan camshaft standar. Peningkatan tertinggi terjadi pada camshaft variasi 1 dengan selisih 71,272 ppm atau sekitar 92,34 % dari standar yang berarti penggunaan camshaft variasi 1 menghasilkan kandungan HC yang buruk dibanding camshaft standar. Kemudian untuk peningkatan terkecil dihasilkan dari camshaft variasi 3 dengan selisih peningkatan 23,545 ppm atau 30,51 % yang dapat kita artikan penggunaan camshaft variasi 3 menghasilkan rata-rata kandungan HC terbaik dari semua pengujian camshaft variasi.

Perbedaan kandungan HC yang terjadi selain karena perubahan durasi camshaft perbedaan tersebut dikarenakan penggunaan bahan bakar yang memiliki nilai oktan yang berbeda. Dimana dengan nilai oktan yang lebih tinggi yaitu pertamax dapat menghasilkan kandungan HC yang lebih rendah dari pertalite, dengan perbedaan nilai oktan ini akan mempengaruhi kualitas dan kecepatan

rambat pembakaraan, yang kemudian mempengaruhi hasil sisa pembakaran dalam hal ini kandungan HC. Semakin sempurna pembakaran yang terjadi maka kandungan HC akan semakin rendah. Ini sama dengan penelitian yang dilakukan Firman Iffah Darmawangsa (2016) dimana pada putaran bawah hingga menengah kandungan HC cenderung rendah namun pada putaran menengah hingga tinggi mengalami peningkatan.

### **PENUTUP**

**Kesimpulan.** (1) Berdasarkan penelitian yang dilakukan, durasi camshaft dapat mempengaruhi torsi yang dihasilkan, dimana rata-rata torsi terbesar dihasilkan dari penggunaan camshaft variasi 1 sebesar 10,27 Nm dengan bahan bakar pertamax, atau memiliki peningkatan terbesar yaitu 5,88% dari camshaft standar atau lebih baik dari penggunaan camshaft standar. Namun peningkatan tertinggi didapat dari penggunaan bahan bakar pertalite pada camshaft variasi 1 sebesar 9,08 % lebih tinggi dari rata-rata camshaft standar. (2) Perubahan durasi camshaft dapat mempengaruhi hasil daya pada mesin. Hasil rata-rata tertinggi dihasilkan dari camshaft variasi 1 dengan bahan bakar pertamax sebesar 10,04 HP atau dengan prosentase peningkatan 8,42 % dari penggunaan camshaft standar. Nilai peningkatan tertinggi dihasilkan dari camshaft variasi 1 dengan bahan bakar pertalite sebesar 13,86 % atau sebesar 9,86 jika dibandingkan dengan rata-rata daya camshaft standar. (3) Penelitian yang dilakukan membuktikan perubahan durasi camshaft dapat mempengaruhi rata-rata konsumsi bahan bakar spesifik, dimana rata-rata konsumsi bahan bakar mengalami peningkatan tertinggi didapat pada *camshaft* variasi 3 dengan bahan bakar pertamax selisih 0,005339 Kg /HP-jam atau 37,11 % peningkatan dari camshaft standar. Akan tetapi pada *camshaft* variasi 2 memiliki selisih terkecil

yaitu 0,000267 Kg /HP-jam dengan prosentase 1,86 % atau mendapat rata-rata terendah dari semua pengujian camshaft variasi dibandingkan dengan camshaft standar. (4) Dari penelitian yang dilakukan durasi camshaft berpengaruh terhadap gas buang yang dihasilkan, dengan kandungan CO tertinggi atau terburuk dihasilkan dari camshaft variasi 1 sedangkan kandungan CO terendah dihasilkan dari camshaft variasi 3 jika dibandingkan dengan camshaft standar dengan bahan bakar pertamax. Sedangkan kandungan HC terendah dihasilkan dari camshaft variasi 3 dengan bahan bakar pertamax sebesar 77,454 ppm, dan kandungan hc tertinggi dihasilkan dari camshaft variasi 1 pada bahan bakar pertalite.

**Saran.** (1) Perlunya penelitian yang lebih lanjut terkait dengan penggantian durasi camshaft menggunakan ecu yang dapat disesuaikan sehingga hasil torsi daya dan emisi gas buang dapat diraih lebih baik dari penelitian ini atau bahkan dapat lebih baik dari kondisi standar dari pabrik. (2) Perencanaan yang matang sebelum melakukan pengujian, misal pada saat pengujian *Dynamometer*, pengujian emisi gas buang sehingga dapat menghemat waktu dan biaya selama penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amin Bahrul & Faisal Ismet. (2016). *Teknologi Motor Bensin*. Jakarta: Kencana.
- Arismunandar, W. (2005). *Penggerak Mula: Motor bakar torak*. Bandung: ITB.
- Hammil, Des. (1998). *How to Choose Camshaft and Time Them for Maximum Power*. United Kingdom: Veloce Publishing PLC.
- Heywood, John B. (1988). *Internal Combustion Engine Fundamental*. Singapura: Mc Graw-Hill Inc.
- Kristanto, Philip. (2015). *Motor Bakar Torak: Teori dan Aplikasinya*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Sunyoto. Karmowo S.M. Bondan Respati. (2008). *Teknik Mesin Industri Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembina Sekolah Menengah Kejuruan.
- Soenarta, Nakoela & Furuhamo Shoichi. (1995). *Motor Serba Guna*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Yoshia, Fajardo. (2012). *Analisa Pengaruh Perubahan Tinggi Buka-an Katup Terhadap Kinerja Motor Bakar Otto*. Skripsi. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Ginting, Tinus, Program Studi Teknik Mesin Akademi Industri Immanuel Medan (2019), dengan judul : *Pengaruh Camshaft Standar dan Racing Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Supra 125 CC*.
- Iffah, Firman Darmawangsa & Bambang Sudarmanta, Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya (2016), dengan judul : *Analisis Pengaruh Penambahan Durasi Camshaft Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang pada Engine Sinjai 650 CC*.
- Hidayah Mahmud, Kurniawan, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan Universitas Negeri Surakarta Solo (2012), dengan judul : *Analisis Torsi dan Daya akibat Pemotongan Ramp Poros Bubungan (Camshaft) pada sepeda motor Suzuki Shogun 125 SP Tahun 2005*.
- Kusbandono, Hermanu, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya (2014), dengan judul : *Studi Eksperimental Komparasi Buka-an Katup Intake standar dan modifikasinya terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 4 Langkah DOHC 4 Katup*.
- Mujahie, H.Khairul. dkk, Universitas Negeri Manado (2018), dengan judul : *Pengaruh Variasi Tinggi Lift, Lobe Separation Angle, dan Roller Roker Arm terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah*.

