

## **PENGARUH LSA (*LOBE SEPARATION ANGLE*) PADA CAMSHAFT TERHADAP UNJUK KERJA MESIN JUPITER Z1**

**Anasri Habib<sup>1)</sup>, Abdul Ghofur<sup>2)</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Akhmad Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan selatan, 70714

Email: [anasri.bbm1996@gmail.com](mailto:anasri.bbm1996@gmail.com)

### **Abstract**

This study aims to determine the best engine performance from changes in the angel separation lobe on the camshaft, and to find out the valve timing diagram of each camshaft modification. The research was carried out by changing the camshaft profile to produce different valve timing and lobes preparation angles, then do a test using dynotest to get Jupiter z1 engine performance. The results of the study used dynotest to determine engine performance, from the results of testing to get the highest results from each camshaft profile, namely the LSA 103.25° (standard) power of 9.035 Hp and torque of 8.093 Nm, on LSA 105.5° power is 9,162 Hp and torque is 9,062 Nm, the LSA 102.5° power is 9.036 Hp and torque is 8,949 Nm. The effect of LSA on the standard camshaft and modification, namely on the camshaft with LSA 105.5°, the power increased by 1.3% and torque increased by 10.7% while the LSA 102.5° the power increased by 0.01% and torque increased by 9,5%. So that the best performance is obtained on the camshaft with LSA 105.5°.

**Keywords:** Camshaft, Valve Timing Diagram, Torque, Power, Performace

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa mesin terbaik dari perubahan angel separasi lobe pada camshaft, dan mengetahui diagram timing katup dari setiap modifikasi camshaft. Penelitian dilakukan dengan mengubah profil poros bubungan untuk menghasilkan waktu katup dan sudut preparasi lobus yang berbeda, kemudian dilakukan pengujian menggunakan dynotest untuk mendapatkan performa mesin Jupiter z1. Hasil penelitian menggunakan dynotest untuk mengetahui performa mesin, dari hasil pengujian mendapatkan hasil tertinggi dari setiap profil camshaft yaitu pada tenaga LSA 103,25° (standar) sebesar 9.035 Hp dan torsi 8.093 Nm, pada tenaga LSA 105,5° Dengan tenaga 9.162 Hp dan torsi 9.062 Nm, LSA 102,5° bertenaga 9.036 Hp dan torsi 8.949 Nm. Pengaruh LSA pada camshaft standar dan modifikasinya yaitu pada camshaft dengan LSA 105,5° tenaga bertambah 1,3% dan torsi bertambah 10.7% sedangkan tenaga LSA 102,5° bertambah 0,01% dan torsi bertambah 9,5 %. Sehingga performa terbaik didapatkan pada camshaft dengan LSA 105,5°.

**Kata kunci:** Camshaft, Valve Timing Diagram, Torsi, Daya, Kinerja

### **PENDAHULUAN**

Di Indonesia kebutuhan alat transportasi yang praktis dan memiliki keunggulan baik unjuk kerja mesin maupun teknologi yang diterapkannya sangat

diminati masyarakat. Saat ini sepeda motor merupakan alat transportasi terbanyak di Indonesia. Selain sebagai alat transportasi sepeda motor juga digunakan untuk kompetisi, yaitu untuk hemat energi. Sepeda motor yang digunakan untuk kompetisi tentu saja memiliki setingan yang berbeda dengan sepeda motor yang digunakan untuk transportasi sehari-hari. Parameter-parameter unjuk kerja mesin kendaraan bermotor antara lain adalah torsi (*torque*), daya (*power*), konsumsi bahan bakar spesifik (*specific fuel consumption*), dan perbandingan udara-bahan bakar dan bahan bakar-udara (*air fuel ratio dan fuel air ratio*) (Warju, 2009).

Pada umumnya sepeda motor untuk kepentingan kompetisi telah dimodifikasi komponen-komponen dan sistem mekanismenya. Komponen-komponen yang dimodifikasi antara lain sistem bahan bakar, pengapian, rangka, pemindah daya, dan volume silinder. Modifikasi yang akan di teliti yaitu modifikasi sistem mekanisme katup bisa dilakukan dengan merubah durasi dan timing buka tutup katup, tinggi bukaan katup, serta jarak antar puncak camshaft yang disebut dengan istilah *Lobe Sparation Angle (LSA)*. Salah satu cara untuk mengoptimalkan unjuk kerja mesin adalah dengan merubah LSA.

*Camshaft* merupakan sebuah part yang digunakan dalam motorempat langkah untuk menjalankan katup (*valve*). Katup motor empat langkah terdiri dari dua jenis katup, yaitu katup hisap (*intake valve*) dan katup buang (*exhaust valve*). *Intake valve* berfungsi untuk mengatur aliran udara dan bahan bakar pada langkah hisap, sedangkan katup buang berfungsi untuk mengatur keluarnya gas buang pada saat langkah buang.

### **Camshaft**

*Camshaft* merupakan salah satu mekanisme penggerak katup (*valve*). Didalam motor empat langkah terdiri dari dua jenis katup, yaitu katup hisap (*valve intake*) dan katup buang (*valve exhaust*). Camshaft dapat diibaratkan seperti jantung pada manusia, yaitu sebagai pengatur sirkulasi darah dan suplai makanan. Pada camshaft yang diatur adalah sirkulasi bahan bakar dan udara ( $O_2$ ) yang diperlukan untuk pembakaran yang menghasilkan tenaga (Yoyok, 2012).



Gambar 1. *Camshaft*

### ***Lobe Separation Angel***

LSA (*lobe separation angle*) adalah derajat jarak antara titik tengah pucuk bubungan lobe-intake dan pucuk bubungan lobe-exhaust. Makin rendah LSA makin besar overlap. Efek tinggi overlap ini membuat pembilasan ini makin

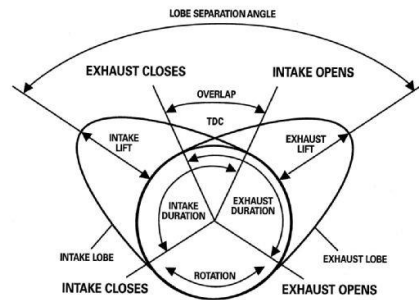
sempurna pada putaran atas, karena proses pembilasan terjadi pada saat overlap. LSA juga menentukan power band. Meski durasi sama, LSA diubah maka karakter mesin juga ikut berubah. *Lobe separation angle* (LSA) juga berperan besar terhadap peningkatan kesempurnaan pembakaran. Karena perubahan yang dilakukan pada nilai LSA dan *overlap* akan mempengaruhi banyak sedikitnya campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang bakar. Korelasinya adalah 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 (Yoyok, 2012). Rumus untuk menghitung *lobe separation angle*:

Dimana:

$$LSA = \frac{\text{lobe center intake} + \text{lobe center exhaust}}{2} \tag{1}$$

$$\text{Lobe Center IN} = \frac{\text{durasi intake}}{2} + \text{bukaaan intake} \tag{2}$$

$$\text{Lobe Center EX} = \frac{\text{durasi exhaust}}{2} + \text{tutup exhaust} \tag{3}$$



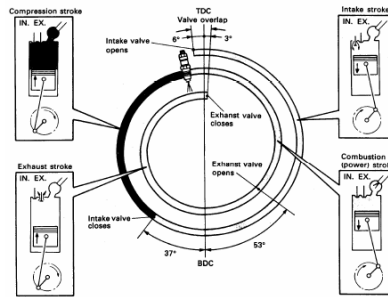
Gambar 2. *Lobe Separation Angel*

### **Valve Timing**

*Valve timing* adalah saat membuka dan menutupnya katup berhubungan dengan posisi torak - torak yang bergerak dalam silinder motor. Dalam teori kita mempelajari cara bekerjanya motor 5 gerakan bahwa katup katup terbuka dan tertutup pada saat torak (piston) berada pada TMA atau TMB tetapi dalam praktek pada kenyataan tidak benar. Pada saat mesin berputar dengan kecepatan tinggi, katup harus membuka lebih cepat dan menutup lebih lambat sehingga katup membuka lebih lama untuk memberi kesempatan masuknya udara sebanyak - banyaknya dalam silinder motor. Kelambatan menutup katup masuk ini dimaksudkan agar kelambanan masuknya udara dapat dimanfaatkan sebesar - besarnya. Saat membukanya katup buang juga dipercepat agar supaya tekanan gas buang dapat dipercepat keluar.

*Valve timing* dinyatakan dalam bentuk diagram yang menunjukkan besarnya sudut poros engkol berdasarkan kedudukan torak pada TMA atau TMB. Bila katup membuka atau menutup setelah torak melewati titik mati disebut kerja katup tertunda. Sebaliknya apabila katup membuka atau menutup sebelum titik mati

disebut kerja katup mendahului. Saat terbuka dan tertutupnya katup - katup dinamakan diagram kerja katup (*valve timing diagram*).



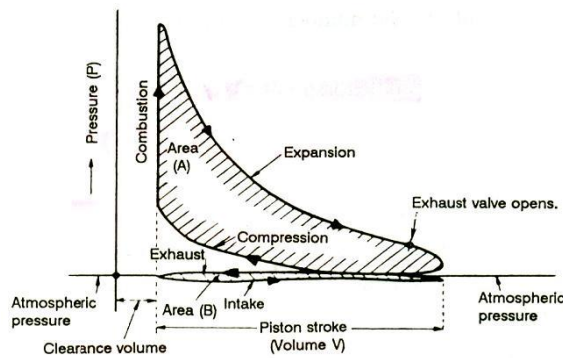
Gambar 3. *Valve Timing*

**Pengujian**

a. *Horsepower*

*Horsepower* adalah istilah yang menggambarkan seberapa banyak kerja sebuah mesin atau sumber lainnya dalam melakukan sesuatu hal selama periode waktu tertentu. Definisi yang tepat adalah bahwa satu unit tenaga kuda adalah 33.000 kaki-pounds per menit. Jika Anda mengangkat 33.000 pound sejauh satu kaki dalam satu menit, maka rata-ratanya ialah 550 pound per detik selama enam puluh detik, Anda telah bekerja pada tingkat satu tenaga kuda.

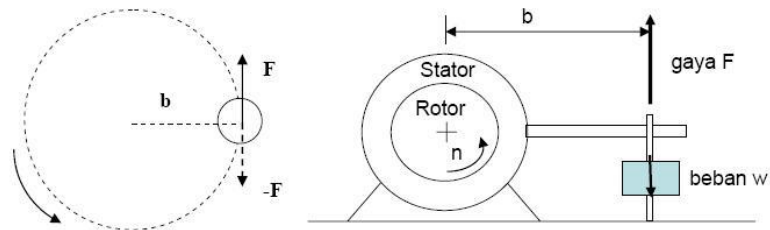
Diagram indikator sering juga disebut dengan diagram P-V. pada diagram tersebut daerah yang diarsir (A) merupakan daerah kerja efektif dari sebuah engine dan daerah yang diarsir (B) merupakan daerah kerja yang hilang. Pada diagram tersebut kerja yang dihasilkan merupakan hasil dari tekanan gas pembakaran dalam 1 (satu) kali siklus (langkah hisap, langkah kompresi, langkah ekspansi, dan langkah buang).



Gambar 4. Diagram indikator *horsepower*

b. *Torque*

Torsi adalah hasil perkalian dari gaya dengan jarak. Untuk mempermudah penjelasan ini, mari gunakan kunci pas sebagai analogi. Gaya yang dihasilkan untuk menggeser kunci ke jarak tertentu adalah torsi. Di dalam mesin kendaraan, pembakaran menghasilkan gaya untuk mendorong piston, yang kemudian mendorong poros engkol (*crankshaft*) ke jarak tertentu. Piston dan poros engkol inilah yang kemudian menghasilkan gaya putar.



Gambar 5. Torsi pada motor

Pada motor bakar untuk mengetahui daya poros harus diketahui dulu torsiya. Pengukuran torsi pada poros motor bakar menggunakan alat yang dinamakan Dinamometer.

### **METODE PENELITIAN**

Metode dari penelitian ini yaitu dengan mengubah profil *camshaft* untuk mendapatkan *lobe separation angel camshaft* yang berbeda dan mendapatkan *power* serta *torque* yang terbaik dari modifikasi *camshaft*.

### **Variabel Penelitian**

*Pengujian* menggunakan *dynotest* untuk mengetahui performa dari mesin jupiter z1 dengan tiga variasi *camshaft* ( $102,5^\circ$ ,  $103,25^\circ$ (standard),  $105,5^\circ$ ).

### **Variabel Bebas**

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

1. *Camshaft* standard (LSA  $103,25^\circ$ )
2. *Camshaft* dengan LSA  $105,5^\circ$
3. *Camshaft* dengan LSA  $102,5^\circ$

### **Variabel Terikat**

1. Torsi
2. Daya

### **Variabel Kontrol**

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah :

1. Temperatur oli mesin saat pengujian  $60^\circ\text{C}$
2. Celah katup masih standar (0,1 mm)
3. Temperatur udara sekitar  $25\text{-}35^\circ\text{C}$
4. Putaran mesin dimulai pada 3000 rpm

### **Persiapan**

#### a. Peralatan

Dial indikator digunakan untuk mengukur dan memeriksa kerataan atau kesejajaran pada permukaan benda dengan skala pengukuran yang sangat kecil.



Gambar 6. Dial Indikator

*Dynotest* digunakan untuk mengukur daya dan torsi pada sepeda motor



Gambar 7. *Dynotest*

Jangka sorong digunakan untuk mengukur dimensi camshaft



Gambar 8. Jangka Sorong

*Feeler gauge* digunakan untuk memeriksa ukuran celah klep



Gambar 9. *Feeler Gauge*

Busur derajat digunakan untuk mengukur nokes asmagnet motor



Gambar 10. Busur Derajat

*Tools* digunakan untuk melepas dan memasang bagian bagian mesin



Gambar 11. *Tools*

b. Bahan  
*Camshaft*

- : 1. LSA standart ( $103,25^\circ$ )
- 2. LSA  $102,5^\circ$
- 3. LSA  $105,5^\circ$



Gambar12. Rancangan *Camshaft*

### **Pengukuran Dimensi *Camshaft***

Dimensi *camshaft* di ukur untuk mengetahui ukuran dari *camshaft* standard dan *camshaft* yang sudah di ubah profilnya dapat di lihat dalam Gambar 13.



Gambar 13. Pengukuran Dimensi *Camshaft*

### **Pengukuran Durasi *Camshaft***

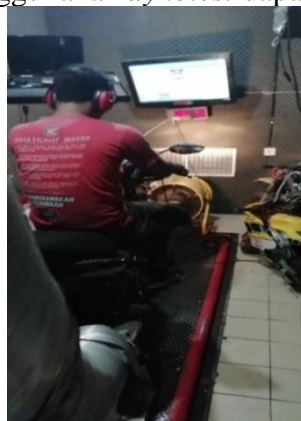
Pengukuran durasi *camshaft* dilakukan untuk mengetahui *valve timing diagram* dari setiap *camshaft* dapat di lihat dalam Gambar 14.



Gambar 14. Pengukuran Durasi *Camshaft*

### **Pengambilan Data**

Pengambilan data menggunakan *dynotest* dapat di lihat dalam Gambar 15.



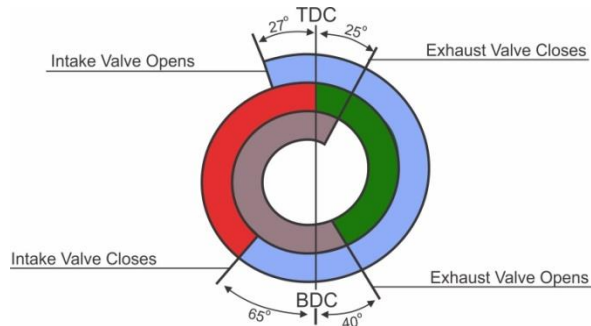
Gambar 15. Pengambilan Data Menggunakan *Dynotest*



**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengukuran durasi *camshaft* adalah untuk mengetahui *diagram valve timing* dari *camshaft*. Hasil pengukuran durasi dari masing-masing *camshaft* sebagai berikut:

1. *Camshaft 1*

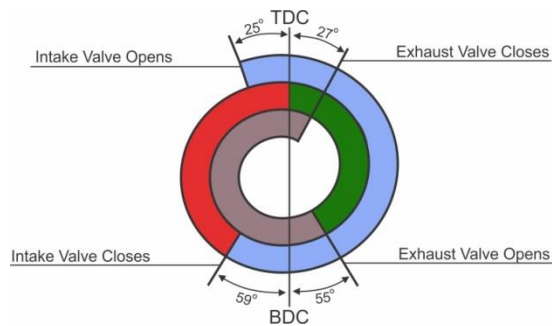


Gambar16. Durasi *Camshaft 1*

Didapatkan LSA yaitu :

$$\begin{aligned}
 LSA &= \textit{lobe center intake} + \textit{lobe center exhaust} / 2 \\
 &= ((\textit{durasi klep intake}/2) - \textit{buka intake}) + ((\textit{durasi klep exhaust}/2) - \textit{tutup exhaust}) / 2 \\
 &= ((272/2) - 27) + ((245/2 - 25) / 2 \\
 &= 109 + 97,5 / 2 \\
 &= 103,25^\circ
 \end{aligned}$$

2. *Camshaft 2*

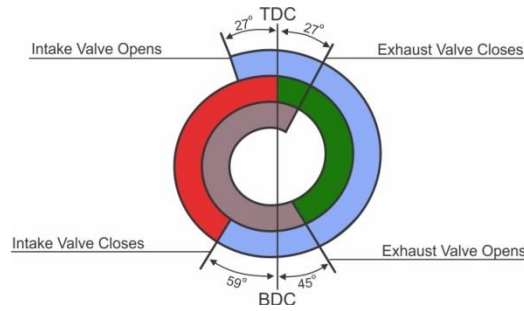


Gambar 17. Durasi *Camshaft 2*

Didapatkan LSA yaitu:

$$\begin{aligned}
 LSA &= \textit{lobe center intake} + \textit{lobe center exhaust} / 2 \\
 &= ((\textit{durasi klep intake}/2) - \textit{buka intake}) + ((\textit{durasi klep exhaust}/2) - \textit{tutup exhaust}) / 2 \\
 &= ((246/2) - 25) + ((262/2) - 27) / 2 \\
 &= 107 + 104 / 2 \\
 &= 105,5^\circ
 \end{aligned}$$

3. Camshaft 3



Gambar 18. Durasi Camshaft 3

Didapatkan LSA yaitu:

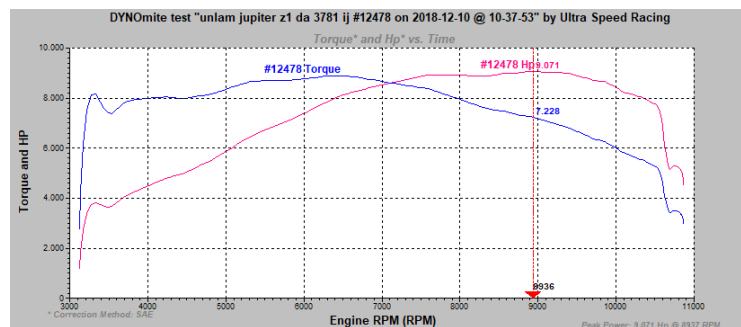
$$\begin{aligned}
 LSA &= \text{lobe center intake} + \text{lobe center exhaust} / 2 \\
 &= ((\text{durasi klep intake}/2) - \text{buka intake}) + ((\text{durasi klep exhaust}/2) - \text{tutup exhaust}) / 2 \\
 &= ((266/2) - 27) + ((252/2) - 27) / 2 \\
 &= 106 + 99 / 2 \\
 &= 102,5^\circ
 \end{aligned}$$

Pada pengujian masing masing modifikasi *camshaft* di dapat pengaruh dari LSA pada *camshaft* terhadap unjuk kerja mesin jupiter z1. Kemudian di dapatkan hasil seperti dalam Tabel 1.

**Performa Mesin Jupiter Z1**

**Pengaruh Camshaft 1 (LSA103,25°) Terhadap Performa Mesin Jupiter Z1**

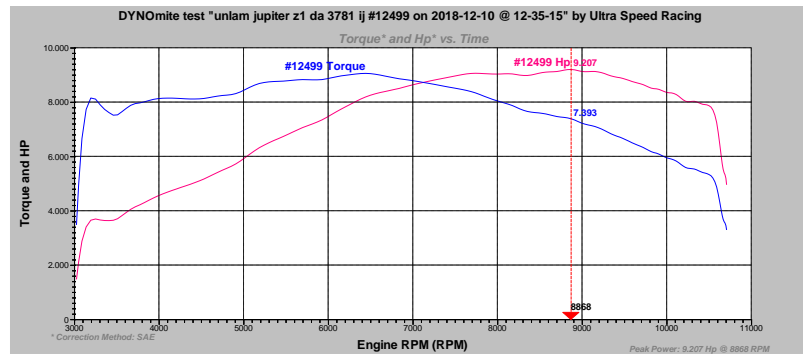
Pada penelitian ini dilakukan pengamatan berupa daya (Hp) dan torsi (Nm). Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali menggunakan *dynotest*. Dari 3 kali pengujian diambil satu yang paling baik, dan biasanya percobaan ke-3 yang akan diambil datanya.



Gambar 19. Grafik Pengaruh Camshaft 1 (LSA103,25°) Terhadap Performa Mesin Jupiter z1

**Pengaruh Camshaft 2 (LSA105,5°) Terhadap Performa Mesin Jupiter Z1**

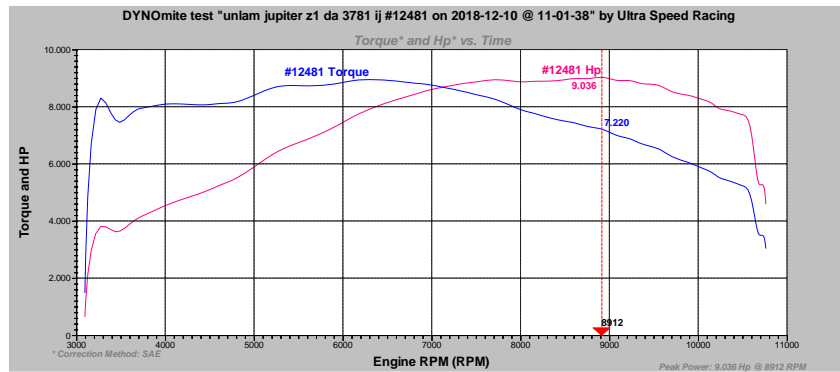
Pada penelitian ini dilakukan pengamatan berupa daya (Hp) dan torsi (Nm). Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali menggunakan *dynotest*. Dari 3 kali pengujian diambil satu yang paling baik, dan biasanya percobaan ke-3 yang akan diambil datanya.



Gambar 20. Grafik Pengaruh *Camshaft* 2 (LSA105,5°) Terhadap Performa Mesin Jupiter Z1

### Pengaruh *Camshaft* 2 (LSA105,5°) Terhadap Performa Mesin Jupiter Z1

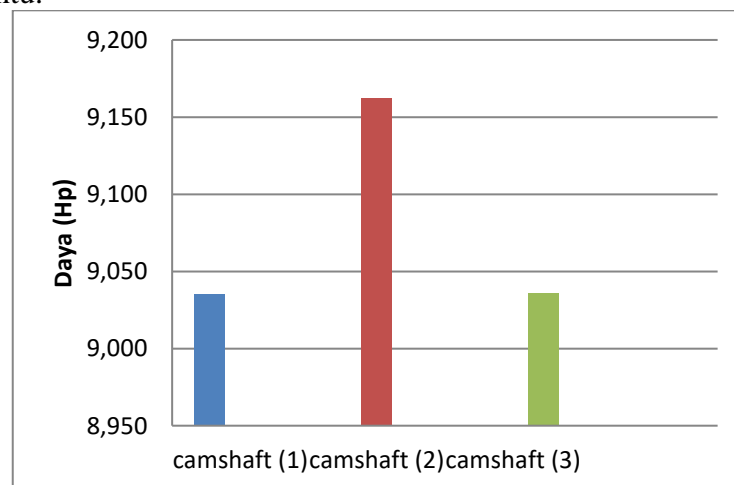
Pada penelitian ini dilakukan pengamatan berupa daya (Hp) dan torsi (Nm). Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali menggunakan *dynotest*. Dari 3 kali pengujian diambil satu yang paling baik, dan biasanya percobaan ke-3 yang akan diambil datanya.



Gambar 21. Hasil Pengujian Pengaruh *Camshaft* 3 (LSA102,5°) Terhadap Performa Mesin Jupiter Z1

### Perbandingan Daya (Hp)

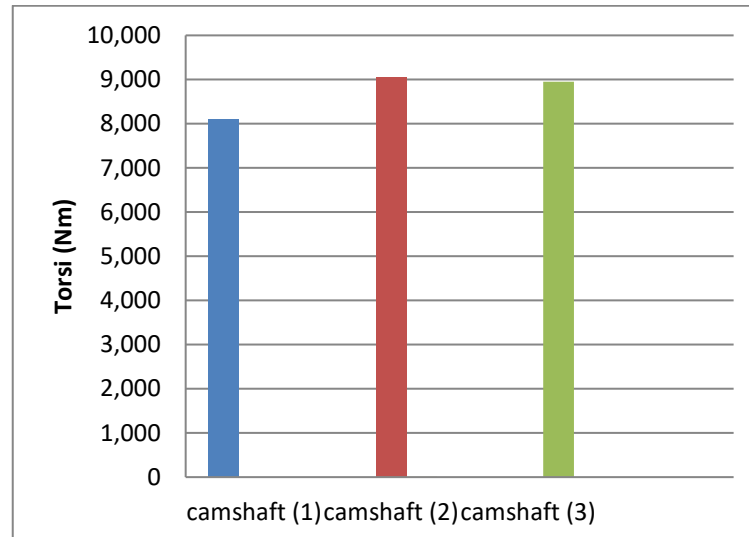
*Horsepower* adalah istilah yang menggambarkan seberapa banyak kerja sebuah mesin atau sumber lainnya dalam melakukan sesuatu hal selama periode waktu tertentu.



Gambar 22. Grafik pengaruh LSA Terhadap Daya Mesin

### Perbandingan Torsi (Nm)

Torsi adalah ukuran kekuatan/gaya yang dapat menyebabkan objek berputar sekitar sumbu. Sama seperti gaya yang menyebabkan suatu objek berakselerasi dalam kinematika linier (gerak lurus), torsi inilah yang menyebabkan suatu objek memperoleh percepatan sudut.



Gambar 23. Grafik pengaruh LSA Terhadap Torsi Mesin

Dari Gambar 14 pada 3000-7000 rpm torsi lebih besar daya mesin dikarenakan mesin baru bergerak dari diam sehingga torsi lebih dibutuhkan untuk menyalurkan tenaga mesin untuk memutar roda. Pada putaran mesin 6442 rpm di dapatkan torsi tertinggi yaitu sebesar 8.093 Nm dan setelah mendapatkan torsi tertinggi daya mesin akan terus meningkat dan torsi mesin akan menurun, titik pertemuan daya dan torsi pada grafik dia atas di putaran mesin 7106 rpm. Mulai dari putaran mesin >7160 daya mesin lebih besar dari torsi mesin dikarenakan motor sudah melaju kencang jadi torsi hanya di perlukan sedikit untuk memutar roda dan daya yang diperlukan banyak untuk menjaga kecepatan tinggi. Pada putaran mesin 9058 rpm daya mendapatkan hasil tertingginya yaitu sebesar 9.035 Hp, setelah >9035 rpm daya dan torsi mulai menurun secara bersamaan.

Dari Gambar 15 diatas pada 3000-7000 rpm torsi lebih besar daya mesin dikarenakan mesin baru bergerak dari diam sehingga torsi lebih dibutuhkan untuk menyalurkan tenaga mesin untuk memutar roda. Pada putaran mesin 6440 rpm di dapatkan torsi tertinggi yaitu sebesar 9.062 Nm dan setelah mendapatkan torsi tertinggi daya mesin akan terus meningkat dan torsi mesin akan menurun, titik pertemuan daya dan torsi pada grafik dia atas di putaran mesin 7160 rpm. Mulai dari putaran mesin >7160 daya mesin lebih besar dari torsi mesin dikarenakan motor sudah melaju kencang jadi torsi hanya di perlukan sedikit untuk memutar roda dan daya yang diperlukan banyak untuk menjaga kecepatan tinggi. Pada putaran mesin 8951 rpm daya mendapatkan hasil tertingginya yaitu sebesar 9.162 Hp, setelah >9035 rpm daya dan torsi mulai menurun secara bersamaan.

Dari Gambar 16 diatas pada 3000-7000 rpm torsi lebih besar daya mesin dikarenakan mesin baru bergerak dari diam sehingga torsi lebih dibutuhkan untuk menyalurkan tenaga mesin untuk memutar roda. Pada putaran mesin 6237 rpm di dapatkan torsi tertinggi yaitu sebesar 8.949 Nm dan setelah mendapatkan torsi

tertinggi daya mesin akan terus meningkat dan torsi mesin akan menurun, titik pertemuan daya dan torsi pada grafik dia atas di putaran mesin 7160 rpm. Mulai dari putaran mesin >7160 daya mesin lebih besar dari torsi mesin dikarenakan motor sudah melaju kencang jadi torsi hanya di perlukan sedikit untuk memutar roda dan daya yang diperlukan banyak untuk menjaga kecepatan tinggi. Pada putaran mesin 8912 rpm daya mendapatkan hasil tertingginya sebesar 9.036 Hp, setelah >9036 rpm daya dan torsi mulai menurun secara bersamaan.

Berdasarkan Gambar 21 Hasil pada *camshaft* (1) mendapatkan daya tertinggi pada putaran mesin 9058 rpm dengan 9.035 Hp, di *camshaft* (2) hasil daya tertingginya pada putaran mesin 8951 rpm dengan 9.162 Hp, dan di *camshaft* (3) yaitu pada putaran mesin 8912 rpm dengan 9.036 Hp. Daya (Hp) paling tinggi dari ketiga hasil pengujian ini di dapatkan pada penggunaan *camshaft* (2) yaitu di putaran mesin 8951 rpm dengan 9.162 Hp. Daya pada *camshaft* 2 mengalami peningkatan sebesar 1,3 % dari daya *camshaft* standard, dan *camshaft* 3 meningkat 0,01 % dari daya *camshaft* standard.

Berdasarkan Gambar 22 Hasil dari *camshaft* (1) daya tertinggi pada putaran mesin 6442 rpm dengan 8.093 Nm, di *camshaft* (2) hasil daya tertingginya pada putaran mesin 6440 rpm dengan 9.062 Nm, dan *camshaft* (3) daya tertinggi sebesar 8.949 Nm pada putaran mesin 6237 rpm. Torsi (Nm) paling tinggi dari keempat hasil pengujian ini pada penggunaan *camshaft* (2) yaitu di putaran mesin 6440 rpm dengan 9.062 Nm. Torsi pada *camshaft* (2) mengalami peningkatan sebesar 10,7 % dari torsi pada mesin dengan *camshaft* standard, dan *camshaft* (3) meningkat 9,5 % dari *camshaft* standard.

Hasil performa yang di dapat dari setiap pergantian profil *camshaft* di dapatkan hasil terbaik yaitu di *camshaft* 2 (LSA 105,5°) hal ini di karenakan perubahan pada rofil *camshaft* dan *valve timing*, pada *camshaft* 2 dimensi *camshaft* yaitu in 33 x 28 mm dan ex 33 x 28 mm sedangkan pada *camshaft* standard yaitu in 32 x 28 mm dan ex 32 x 28 mm dilihat dari dimensinya sudah berbeda terutama pada *intake* yang menyebabkan perubahan pada durasi buka tutup *valve* menjadi berubah pula, pada *camshaft* 2 durasi *intake* dan *exhaust* hampir sama sedangkan pada *camshaft* standard durasi *intake* lebih besar dari *exhaust*, dengan pernyataan di atas di dapatkan apabila durasi *intake* dan *exhaust* hampir sama maka performa yang di hasilkan akan lebih baik dari *intake* yang lebih besar atau *exhaust* yang lebih besar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan selama pengujian dan pengamatan hasil pengaruh LSA (*Lobe Separation Angel*) pada *camshaft* terhadap performa mesin jupiter z1, yaitu:

1. Hasil pengujian daya pada dan torsi pada modifikasi *camshaft* di dapatkan hasil yaitu di *camshaft* (1) dihasilkan Torsi (Nm) paling tinggi sebesar 8.093 Nm pada putaran mesin 6442 rpm, pada *camshaft* (2) dihasilkan torsi (Nm) paling tinggi sebesar 9.062 Nm pada putaran mesin 6440 rpm, dan pada *camshaft* (3) daya tertinggi sebesar 8.949 Nm pada putaran mesin 6237 rpm. Daya (Hp) pada *camshaft* (1) paling tinggi sebesar 9.035 Hp pada putaran mesin 9058 rpm sedangkan di *camshaft* (2) dihasilkan Daya (Hp) paling tinggi sebesar 9.162 Hp pada putaran mesin 8951 rpm, dan di *camshaft* (3) di hasilkan daya tertinggi yang di hasilkan adalah sebesar 9.036 Hp pada putaran mesin 8912 rpm.

2. Pengaruh pada modifikasi camshaft berdampak pada performa mesin yang menggunakan *camshaft* standard, daya (Hp) pada *camshaft* (2) mengalami peningkatan sebesar 1,3 % dan di *camshaft* (3) meningkat sebesar 0,01 %, sedangkan di torsi (Nm) pada *camshaft* (2) mengalami peningkatan sebesar 10,7 %, dan *camshaft* (3) meningkat sebesar 9,5 %.
3. *Valve timing* mengalami perubahan, karena pada masing-masing *camshaft* mempunyai dimensi yang berbeda dan pemasangan pada bagian *intake lobe* dan *exhaust lobe* yang berbeda pula. Oleh sebab itu valve timing berubah pada saat membuka menutup katup *intake* dan *exhaust*.

## REFERENSI

- Arif Susilo, 2013, pengaruh besar LSA pada camshaft terhadap unjuk kerja mesin sepeda motor empat langkah, Surabaya, Universitas Negeri Surabaya.
- Awal Sahrani. 2006. Analisa Kinerja Mesin Berdasarkan Hasil Uji Emisi. Smartek. Vol,4 . No,4.
- Destrio Estu Wijanata dan muhaji, 2014, pengaruh variasi LSA pada camshaft terhadap unjuk kerja mesin supra x 125 tahun 2008, Surabaya, Universitas Negeri Surabaya.
- Firman Iffah Darmawangsa dan Bambang Sudarmanta, 2016, analisa pengaruh penambahan durasi camshaft terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang pada engine sinjai 650cc, Surabaya, Universitas Sepuluh November Surabaya.
- Priyo Andrianto Stevansa, 2014, pengaruh penggunaan camshaft standart dan camshaft racing terhadap unjuk kerja motor bensin empat langkah, Surakarta, Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- Supyani, Bebas Widada, Wawan Latsito. 2013. Aplikasi Kerusakan Mesin Sepeda Motor Bebek 4 Tak Dengan Metode Forward Chaining.
- Yamaha Indonesia Motor Mfg, 2012, Jupiter-Z1 Service Manual, indonesia, PT Yamaha Motor Manufacturing.
- Yamaha Motor Co.,Ltd, 2000,motorcycle service engineering general, indonesia, PT Yamaha Motor Kencana Indonesia.
- Yotok Drajat Siswanto, Ranto dan Ngatou Rohman, 2012, pengaruh variasi LSA camshaft dan variasi putaran mesin terhadap daya pada sepeda motor honda supra x 125 tahun 2008, Surakarta, Universitas Negeri Surakarta.