

PENGARUH VALVE CLEARANCE TERHADAP PERFORMANCE DAN EMISI GAS BUANG PADA MESIN YAMAHA JUPITER Z1

Fendi Agong Fajari¹⁾, Abdul Ghofur²⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

JL. Akhmad Yani Km.36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

E-mail: fendiagung56@gmail.com

Abstract

Vehicle is the most needed tool as a transportation medium. This is due to the human need for vehicles is very important for the community. This study aims to determine the effect of valve clearance on performance and exhaust emissions on yamaha jupiter Z1 engine. In this study the researchers used variations of valve clearance intake and exhaust 0.06 mm up to 0.15 mm with dynotest experimental methods for performance testing and using experimental methods with gas analyzer parameters for exhaust gas emissions testing. From the results of performance tests that have been done got the best power and torque that supports engine performance. The 0.15 mm intake valve clearance variation obtained the best power yield with 93.11% achievement and the power value of 9,180 Hp at 8852 rpm, while for the best torque found on the 0.12 mm intake valve clearance variation obtained with achievement of 92.98% and the torque value is 9,205 Nm at 6136 rpm engine speed. From the exhaust gas emission test results, the valve gap size is sufficient to affect the results of exhaust emissions in a vehicle. Variations of valve clearance that obtained the results are ideal and safe for the environment that is 0.12 mm estrangement on the variation of exhaust and estrangement 0.15 mm on the variation of intake that has low emission levels. In the 0.12 mm exhaust variation, emission levels are CO 2.54%, CO₂ 8.81%, HC 74 ppm, O₂ 7.10% whereas in the intake variation 0.15 mm, emission levels are CO 4.92%, CO₂ 5.92%, HC 19 ppm, O₂ 8.88%.

Keywords: Valve Clearance, Performance, Gas Emissions

PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor merupakan alat yang paling dibutuhkan sebagai media transportasi. Hal ini disebabkan kebutuhan manusia akan kendaraan sangat penting artinya untuk masyarakat secara langsung. Permintaan kebutuhan kendaraan bermotor akan terus meningkat seiring dengan kesejahteraan masyarakat di wilayah pemasaran kendaraan tersebut. Seiring peningkatan jumlah penduduk dan arus perpindahan juga akan mendorong peningkatan penggunaan kendaraan dalam menunjang kegiatan masyarakat.

Kesadaran masyarakat akan pencemaran udara akibat gas buang kendaraan bermotor di kota-kota besar saat ini makin tinggi dari berbagai sumber bergerak seperti sepeda motor, mobil penumpang, truk, bus, lokomotif kreta api, pesawat terbang dan kapal laut, kendaraan saat ini maupun dikemudian hari akan terus menjadi sumber yang dominan dari pencemaran udara diperkotaan. Diantara kendaraan-kendaraan yang banyak menyebabkan polusi adalah sepeda motor yang merupakan salah satu alat transportasi

yang banyak dipakai oleh masyarakat Indonesia hal ini disebabkan sepeda motor merupakan alat transportasi yang mudah dikendarai dan juga lebih terjangkau oleh masyarakat bila dibandingkan dengan mobil pribadi. Seiring dengan bertambahnya alat transportasi maka akan meningkat pula emisi gas berbahaya yang dihasilkan dari sisa pembakaran. Untuk mengurangi emisi gas berbahaya yang berasal dari sisa pembakaran sepeda motor diperlukan pembakaran yang sempurna dari mesin tersebut sehingga dapat mengurangi emisi gas buang yang membahayakan bagi lingkungan.

Mesin merupakan salah satu komponen penting pada kendaraan bermotor. Hal yang paling utama dalam kendaraan adalah kesehatan mesin dan kestabilannya agar kendaraan bisa terus dipakai hingga bertahun-tahun lamanya. Oleh karena itu, mesin harus dalam keadaan baik dan memiliki performance yang bagus. Untuk bisa mendapatkan unjuk kerja mesin bagus tersebut, peran komponen *cylinder head* sangatlah penting, salah satunya yaitu kerja dari mekanisme katup *intake* dan katup *exhaust* yang didukung oleh *camshaft*.

Unjuk kerja motor bakar dan emisi gas yang dihasilkan sangat tergantung pada proses pembakaran, serta masuknya fluida kerja yang berupa campuran udara dan bahan bakar. Kesempurnaan kompresi mesin sangat dipengaruhi oleh *valve clearance*, kerapatan antara *sitting valve* pada *cylinder head*. Perlu dilakukan studi lebih lanjut tentang pengaruh *valve clearance* terhadap *performance* dan emisi gas yang dihasilkan pada mesin kendaraan bermotor tersebut. Oleh sebab itu maka penulis tertarik untuk mengangkat tugas akhir ini dengan judul "Pengaruh *Valve Clearance* Terhadap *Performance* Dan Emisi Gas Buang Pada Mesin Yamaha Jupiter Z1".

Dalam penelitian ini, mesin yang digunakan adalah Yamaha Jupiter Z1 tahun 2015. Mesin ini sangat cocok sebagai bahan penelitian karena banyaknya masyarakat yang menggunakan kendaraan tersebut sebagai alat transportasinya sehari-hari.

Motor Bensin

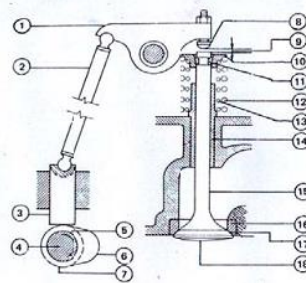
Motor dengan penyalan busi dan berbahan minyak sebagai tenaga utama ketika minyak tersebut diledakan dengan percikan api dari busi, atau disebut dengan motor bensin dengan menggunakan bahan bakar bensin (premium) yang ledakannya didalam silinder. Dalam proses pembakaran tenaga panas bahan bakar diubah ke tenaga mekanik melalui pembakaran bahan bakar di dalam motor. Pembakaran adalah proses kimia dimana karbondioksida dan zat air bergabung dengan oksigen dalam udara. Motor bensin bekerja dengan torak bolak-balik (naik turun pada motor gerak). Motor bensin bekerja menurut prinsip 4 langkah dan prinsip ini umumnya digunakan pada teknik motor bensin dan disel (Daryanto, 2003:9).

Untuk motor bensin empat langkah, bahan bakar berupa campuran bensin dengan udara dibakar untuk memperoleh energi panas dan selanjutnya energi itu diubah menjadi gerakan mekanik. Proses perubahan energi dari energi kimia sampai energi mekanik dapat dijelaskan sebagai berikut: campuran udara dan bensin dari karburator masuk melalui katup hisap kedalam silinder, kemudian torak naik dan campuran udara bensin dimampatkan, dibakar sehingga

campuran akan terbakar dan menimbulkan energi panas serta tekanan yang tinggi, maka torak akan terdorong ke bawah. Jika torak tersebut dihubungkan dengan batang torak dan poros engkol, maka akan terjadi perubahan gerak dari gerakan naik turun torak diubah menjadi gerakan putar poros engkol. Gas sisa pembakaran dibuang ketika torak kembali bergerak ke atas dan di dorong keluar melalui katup buang, hal itu terjadi secara periodik.

Katup

Katup dipergunakan untuk mengatur pemasukan bahan bakar dan pengeluaran gas sisa pembakaran, gerak katup diatur oleh mekanisme katup. Gigi *timing* hubungan giginya selalu dua kali lebih banyak dari gigi *timing* poros engkol dan menimbulkan perbandingan 2 :1, maksudnya poros hubungan berputar satu kali yang mana poros engkol berputar dua kali, yang memberi pembukaan (katup masuk dan katup buang) setiap putaran poros engkol (Daryanto,1994).



Gambar 1. Konstruksi katup

Keterangan :

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1. Tuas | 10. Penahan |
| 2. Batang penekan pegas | 11. Pemegang |
| 3. Pengukit cam (tapet) | 12. Pegas luar |
| 4. Poros cam | 13. Pegas dalam |
| 5. Cam | 14. Jalan katup |
| 6. Ujung cam | 15. Batang katup |
| 7. Lingkaran dalam cam | 16. Dudukan |
| 8. Batang penekan | 17. Bidang rapat katup |
| 9. Celah bebas katup | 18. Kepala katup |

Torsi Kendaraan

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F, benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar b, dengan data tersebut torsinya adalah:

$$T = F \times d \text{ (N.m)} \tag{1}$$

di mana :

T adalah torsi benda berputar (N.m), F adalah gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N), dan D adalah jarak benda ke pusat rotasi (m).

Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan. Pada motor bakar untuk mengetahui daya poros harus diketahui dulu torsinya. Pengukuran torsi pada poros motor bakar menggunakan alat yang dinamakan *Dynotest*. Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memberi beban yang berlawanan terhadap arah putaran sampai putaran mendekati 0 rpm, beban ini nilainya adalah sama dengan torsi poros. Saat mesin dinyalakan kemudian pada poros disambungkan dengan dinamometer. Untuk mengukur torsi mesin pada poros mesin diberi rem yang disambungkan dengan (*w*) pengereman atau pembebanan. Pembebanan diteruskan sampai poros mesin hampir berhenti berputar. Beban maksimum yang terbaca adalah gaya pengereman yang besarnya sama dengan gaya putar poros mesin *F*. Dari definisi disebutkan bahwa perkalian antara gaya dengan jaraknya adalah sebuah torsi, dengan definisi tersebut torsi pada poros dapat diketahui dengan rumus :

$$T = w \times d \text{ (Nm)} \quad (2)$$

di mana :

T adalah torsi mesin (Nm), *W* adalah beban (N), dan *D* adalah jarak pembebanan dengan pusat perputaran (m)

Ingat (*w*) beban/berat disini kita bedakan dengan massa (*m*), kalau massa satuan kg, adapun beban disini adalah gaya berat dengan satuan N yang diturunkan dari $W=mg$.

Daya Kendaraan

Daya adalah kerja yang dihasilkan per satuan waktu (Arismunandar, W., 1988, *Motor Bakar Torak*). Merupakan ukuran kemampuan suatu motor untuk menghasilkan kerja berguna per satuan waktu yang dinyatakan dalam KiloWatt (kW) dan dirumuskan sebagai berikut :

$$P = \frac{2.\pi.n.T}{60000} \quad (3)$$

di mana :

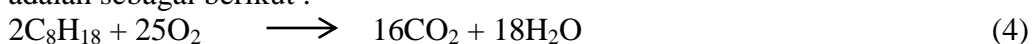
P adalah daya motor (kW), *n* adalah putaran poros engkol (rpm), dan *T* adalah Torsi (N.m)

Produksi Gas Buang

Proses Pembakaran pada Motor Bensin

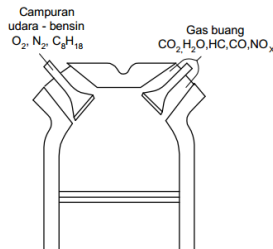
Pembakaran terjadi apabila ada tiga komponen yang bereaksi yaitu bahan bakar (bensin), udara (oksigen) dan panas. Proses pembakaran pada motor baik bensin maupun diesel ada dua macam yaitu pembakar sempurna dan pembakaran tidak sempurna (Isnanda, 2017).

Pada pembakaran sempurna diasumsika semua bensin terbakar dengan sempurna dengan perbandingan udara dan bahan bakar 14,7 :1 dimana reaksinya adalah sebagai berikut :



Pada motor bakar bensin maupun diesel pembakaran yang terjadi tidak pernah sempurna meskipun mesin telah dilengkapi dengan sistem *control*, hal ini disebabkan oleh :

1. Waktu pembakaran yang singkat.
2. *Over lapping* katup.
3. Udara yang masuk tidak murni oksigen.
4. Bahan bakaar yang masuk tidak murni C_8H_{18} .
5. Kompresi tidak terjamin rapat sempurna.
6. Pembakaran yang tidak sempurna dapat menghasilkan gas buang beracun.



Gambar 2. Proses Pembakaran Dan Gas Buang

Carbon Monoksida (CO)

Karbon Monoksida ini dihasilkan oleh pembakaran yang tidak sempurna jadi dengan kata lain terbentuknya carbon monoksida ini dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dengan udara (*Air Fuel Ratio*) (Isnanda, 2007). Gas CO ini tidak berbau, tidak berasa dan tidak berwarna sehingga lingkungan yang tercemar sulit dikenali.

Hidrocarbon (HC)

Hidrocarbon adalah bahan bakar mentah yang tidak terbakar selama proses pembakaran didalam ruang bakar yang berasal dari bahan bakar yang tersisa pada dinding silinder setelah terjadinya pembakaran dan dikeluarkan saat langkah buang dan gas yang tidak terbakar setelah terjadinya gagal pengapian (*misfiring*) pada saat mesin diakselerasi ataupun deselerasi. Pada umumnya emisi HC disebabkan oleh beberapa hal :

1. Penyetelan campuran tidak tepat
2. Penyetelan *valve clearance* tidak tepat
3. Ring piston aus dan *seal valve* rusak
4. Karburator atau *throttle body* rusak
5. *Timing* pengapian terlalu *advance* (*voor*)
6. *Air Cleaner* tersumbat

Jadi makin tinggi kandungan emisi HC ini akan menyebabkan tenaga mesin makin berkurang dan konsumsi bahan bakar semakin meningkat (Isnanda, 2007).

Nitrogen Oksida (NO₂)

Jika terdapat unsur N₂ dan O₂ pada temperatur 1800 s/d 2000^oC akan terjadi reaksi pembentukan gas NO seperti berikut : $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ Diudara, NO mudah berubah menjadi NO₂, Nox di dalam gas buang terdiri dari 95% NO, 3-4% NO₂, dan sisanya N₂O, N₂O₃ dan sebagainya (Awal Syahrani, 2006).

Sulfur Oksida (SO₂)

Bahan bakar bensin mengandung unsur belerang = S (sulfur). Pada saat terjadi pembakaran, S akan bereaksi dengan H dan O untuk membentuk senyawa sulfat dan sulfur oksida. (Awal Syahrani, 2006)

Pb (Plumbum/Timbal)

Timah hitam dalam bensin tidak bereaksi dalam proses pembakaran sehingga setelah pembakaran akan keluar tetap sebagai timah hitam (Pb) (Awal Syahrani, 2006).

Nitrogen (N₂)

Udara yang digunakan untuk pembakaran dalam mesin, sebagian besar terdiri dari gas, yaitu N₂. Pada saat terjadi pembakaran, sebagian kecil N₂ akan bereaksi dengan O₂ membentuk NO₂, sebagian besar lainnya tetap berupa N₂ hingga keluar dari mesin (Awal Syahrani, 2006).

Oksigen (O₂)

Pembakaran yang tidak sempurna dalam mesin menyisakan oksigen keudara. Oksigen yang tersisa ini semakin kecil bila mana pembakaran terjadi makin sempurna (Awal Syahrani, 2006).

H₂O

H₂O merupakan hasil reaksi pembakaran dalam ruang bakar, dimana kadar air yang dihasilkan tergantung dari mutu bahan bakar. Makin banyak uap air dalam pipa gas buang, mengindikasikan pembakaran semakin baik. Semakin besar uap air yang dihasilkan, pipa *knalpot* tetap kelihatan bersih dan ini sekaligus menunjukkan makin bersih emisi yang dihasilkan (Awal Syahrani, 2006).

METODE PENELITIAN

Peralatan

a. Dynotest

Digunakan untuk mengukur daya dan torsi pada sepeda motor.



Gambar 3. *Dynometer* Bengkel PNP Banjarmasin

b. Filler Gauge

Digunakan untuk mengukur kerenggangan celah katup.



Gambar 4. *Filler Gauge*

- c. *Jangka Sorong*
Digunakan untuk mengukur *part* pada mesin.



Gambar 5. Pengukuran *Rocker Arm* Menggunakan Jangka Sorong

- d. *Gas Analyzer*
Mesin gas *analyzer* ini bermerk SPTC *made in* Korea dengan model gas and *smoke* yang memiliki power DC 12 V \pm 15%, maximal 3A.



Gambar 6. Gas Analyzer

- e. *Electronic Control Unit (ECU) BRT Juken 5*
ECU Bintang Racing Team (BRT) ini digunakan sebagai alat pendukung saat uji emisi gas buang yang berfungsi untuk pengganti ECU *standard* yamaha jupiter Z1 supaya pembacaan petaran mesin (rpm) lebih mudah.



Gambar 7. ECU BRT Juken 5

- f. Laptop
Laptop yang dilengkapi dengan aplikasi ECU BRT Juken 5 ini digunakan untuk membaca putaran mesin pada motor jupiter Z1.



Gambar 8. Laptop Asus Pro CORE i3

- g. Kunci pass, kunci ring, kunci T, Obeng plus (+), Obeng min (-), Kipas angin sebagai pendingin udara.



Gambar 9. Tools Pendukung

Pengujian Performance

Pengambilan data *performance* dilakukan dengan menggunakan alat *dynometer*. Hasil dari pengujian torsi dan daya akan tersaji dalam bentuk grafik dan angka. Pada penelitian ini menggunakan motor jupiter Z1 tahun 2015. Pengujian dilakukan dengan variabel sebagai berikut:

1. Variabel penelitian *performance* dengan *valve clearance* variasi *exhaust* 0,06 mm ~ 0,15 mm
2. Variabel penelitian *performance* dengan *valve clearance* variasi *intake*) 0,06 ~ 0,15 mm.

Pengujian Emisi Gas Buang

Pengujian emisi gas buang dilakukan dengan menggunakan mesin uji emisi yang sudah dilengkapi dengan unsur – unsur gas emisi seperti CO, CO₂, HC dan O₂. Hasil dari pengukuran akan langsung cetak dengan printer yang ada pada mesin tersebut. Pada penelitian ini menggunakan motor jupiter Z1 tahun 2015. Data yang diambil berdasarkan pada RPM maksimal yang sudah dilakukan saat uji *performance*. Pengujian dilakukan dengan variabel sebagai berikut :

1. Variabel penelitian emisi gas buang dengan *valve clearance* variasi *exhaust* 0,06 mm ~ 0,15 mm.
2. Variabel penelitian emisi gas buang dengan *valve clearance* variasi *intake* 0,06 mm ~ 0,15 mm.

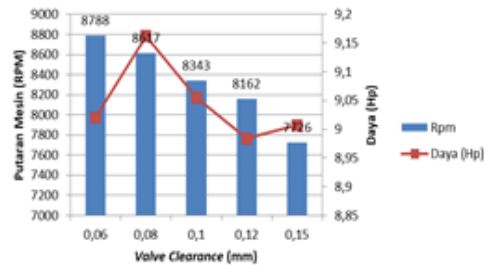
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian *performance* dan emisi gas buang yang dilakukan dengan menggunakan *dynotest* yang ada di bengkel *Plug and Play Performance* Banjarmasin dan untuk pengujian emisi gas buang yang dilakukan dengan menggunakan gas *analyzer* yang ada di Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Banjarmasin. Dari pengujian yang sudah dilakukan ditempat tersebut terdapatlah sebuah data. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui daya maksimal, torsi maksimal dan kadar emisi gas buang dari masing-masing variasi *valve clearance*.

Pengujian Performance

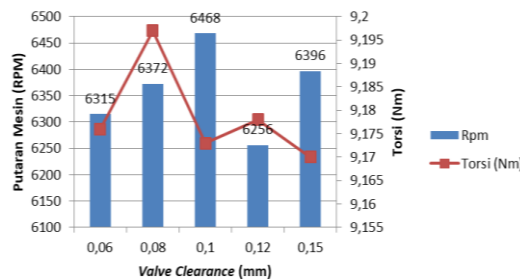
a. Hasil daya dan torsi maksimal pada uji *dynotest valve clearance* variasi *exhaust* 0,06 – 0,15 mm motor jupiter Z1

Data dari Tabel hasil uji *performance* kemudian diolah menjadi grafik yang ditunjukkan pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Pengaruh Variasi *Valve Clearance Exhaust* 0,06 mm – 0,15 mm Terhadap Daya

Dari Gambar 10 menunjukkan pengaruh perubahan celah katup *exhaust* terhadap daya mesin. Dalam grafik tersebut menunjukkan bahwa pencapaian daya terbaik berada pada variasi *valve clearance exhaust* 0,08 mm yaitu sebesar 9,16 Hp pada putaran mesin 8617 Rpm. Dengan ukuran celah *valve exhaust* ini merupakan celah yang cukup ideal untuk yamaha jupiter Z1 karena pada celah ini batang *valve* masih dalam kondisi aman dari sifat pemuaian yang dihasilkan oleh suhu mesin dan juga pada celah ini dapat memaksimalkan *valve overlap*. Berdasarkan gambar grafik diatas tersebut juga terdapat data apabila variasi *valve clearance exhaust* semakin longgar maka nilai daya akan semakin menurun, hal ini dikarenakan apabila celah katup *exhaust* semakin longgar maka *valve exhaust* akan menutup lebih cepat sehingga fungsi dari *valve overlap* kurang maksimal sehingga menyebabkan gas sisa pembakaran tidak terbangun dengan sempurna. Sedangkan pada variasi *valve clearance exhaust* 0,06 mm juga mengalami penurunan daya sebesar 8,51% yaitu 9,02 Hp pada putaran mesin 8788. Hal ini di sebabkan karena ukuran celah katup terlalu kecil. Apabila ukuran celah katup terlalu kecil maka katup akan lebih cepat membuka dan lambat menutup, dengan kata lain akibat dari keterlambatan katup menutup adalah kompresi menjadi bocor karena pada saat terjadi langkah kompresi katup belum menutup, dan juga akan mengalami kerugian gas baru yang nantinya terbangun ke saluran *exhaust* karena bukaan katup lebih lama.



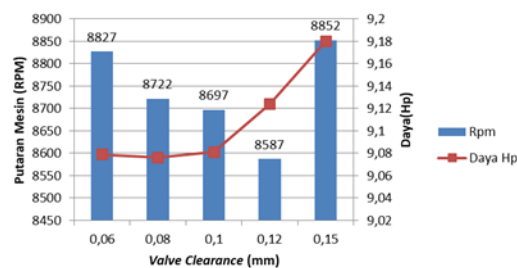
Gambar 11. Pengaruh Variasi *Valve Clearance Exhaust* 0,06 mm – 0,15 mm Terhadap Torsi

Dari Gambar 11 menunjukkan pengaruh perubahan celah katup *exhaust* terhadap torsi mesin. Dalam grafik tersebut menunjukkan bahwa pencapaian daya

terbaik berada pada variasi *valve clearance exhaust* 0,08 mm yaitu sebesar 9,197 Nm pada putaran mesin 6372 Rpm. Dengan ukuran celah *valve exhaust* ini merupakan ukuran celah katup yang cukup ideal untuk yamaha jupiter Z1 karena pada celah ini batang *valve* masih dalam kondisi aman dari sifat pemuaian yang dihasilkan oleh temperatur mesin dan juga pada celah ini dapat memaksimalkan fungsi dari *valve overlap* pada mesin tersebut. Berdasarkan gambar grafik diatas tersebut juga terdapat data apabila variasi *valve clearance exhaust* semakin longgar maka nilai torsi akan semakin menurun meskipun pada celah katup *exhaust* 0,12 mm mengalami peningkatan dari celah katup 0,10 mm sebelumnya yaitu sebesar 9,178 Nm. Namun hasil ini masih belum melampaui nilai torsi yang dihasilkan oleh variasi *valve clearane exhaust* 0,08 mm. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin longgar *valve clearance exhaust* maka nilai torsi juga akan menurun. Hal ini dikarenakan apabila celah katup *exhaust* semakin longgar maka *valve exhaust* akan menutup lebih cepat sehingga fungsi dari *valve overlap* kurang maksimal sehingga menyebabkan gas sisa pembakaran tidak terbuang dengan sempurna. Sedangkan pada variasi *valve clearance exhaust* 0,06 mm juga mengalami penurunan torsi sebesar 6,93% yaitu 9,176 Nm pada putaran mesin 6315 rpm. Hal ini di sebabkan karena ukuran celah katup terlalu kecil. Apabila ukuran celah katup terlalu kecil maka katup akan lebih cepat membuka dan lambat menutup, dengan kata lain akibat dari keterlambatan katup menutup adalah kompresi menjadi bocor karena pada saat terjadi langkah kompresi katup belum menutup, dan juga akan mengalami kerugian gas baru yang nantinya terbuang ke saluran *exhaust* karena bukaan katup lebih lama.

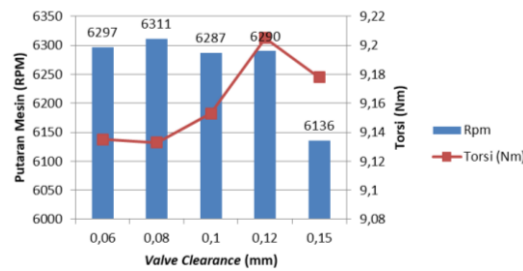
- b. Hasil daya dan torsi maksimal pada uji *dynotest valve clearance* variasi *intake* 0,06 – 0,15 mm motor jupiter Z1

Data dari Tabel hasil uji *performance* kemudian diolah menjadi grafik yang ditunjukkan pada Gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Pengaruh Variasi *Valve Clearance Intake* 0,06 mm – 0,15 mm Terhadap Daya

Dari Gambar 12 menunjukkan pengaruh perubahan celah katup *intake* terhadap daya mesin. Dalam grafik tersebut menunjukkan bahwa pencapaian daya terbaik berada pada variasi *valve clearance intake* 0,15 mm sebesar 9,180 Hp pada putaran mesin 8852 rpm. Hasil ini justru berbeda dengan hasil yang diperoleh variasi *valve clearance exhaust*, dimana pada variasi *valve clearance intake* ini hasil daya terbaiknya berada pada ukuran 0,15 mm. Ukuran tersebut merupakan ukuran yang paling longgar dari variasi penelitian ini. Hal ini disebabkan karena apabila kerenggangan katup di *setting* longgar maka durasi menutupnya *valve* akan terjadi lebih cepat, sehingga proses kompresi menjadi lebih maksimal.



Gambar 13. Pengaruh Variasi *Valve Clearance Intake* 0,06 mm – 0,15 mm Terhadap Torsi

Dari Gambar 13 menunjukkan pengaruh perubahan celah katup *intake* terhadap torsi mesin. Dalam grafik tersebut menunjukkan bahwa pencapaian torsi terabik berada pada variasi *valve clearance intake* 0,12 mm sebesar 9,205 Nm pada putaran mesin 6290 rpm dan mengalami penurunan nilai torsi pada celah ukuran 0,15 mm sebesar 7,29% yaitu 9,178 Nm pada putaran 6136 rpm. Hal ini terjadi karena pada celah *valve* 0,12 mm lebih efektif untuk putaran mesin bawah dan membuat akselerasinya menjadi bagus. Meskipun asupan bahan bakar yang dihisap lebih sedikit tetapi hal ini tidak mempengaruhi *performance* mesin. Sedangkan untuk ukuran celah 0,15 mm lebih efektif pada putaran mesin atas, hal ini dapat dibuktikan dengan melihat hasil daya maksimal pada uji dynotest motor jupiter Z1 dengan variasi *valve clearance intake* 0,06 – 0,15 mm . Pada tabel tersebut terlihat bahwa ukuran celah *valve intake* 0,15 mm menghasilkan daya lebih besar dibandingkan dengan variasi yang lain yaitu sebesar 9,180 Hp pada putaran mesin 8852 Rpm.

Pengujian Emisi Gas Buang

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan mesin uji emisi (gas analyzer) dan motor yamaha jupiter Z1. Pada alat pengukur kadar emisi yang ada di Dinas Lingkungan Hidup Banjarmasin, adapun nilai standard gas limit yang terdapat pada alat tersebut yaitu nilai CO₂ sebesar 15,00%, nilai CO sebesar 4,50%, nilai HC sebesar 1200 ppm dan lambda sebesar 1,0. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan alat ke dalam lubang knalpot sedalam 10 cm dan tunggu 20 detik atau hingga data stabil untuk mendapatkan data hasil uji seperti yang disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian Emisi Gas buang Pada Variasi *Valve Clearance Exhaust* 0,06 mm – 0,15 mm

No.	<i>Valve Clearance</i> (mm)		Putaran mesin (rpm)	CO (%)	CO ₂ (%)	HC (ppm)	O ₂ (%)
	<i>Intake</i>	<i>Exhaust</i>					
1	0,08	0,06	10629	6,38	7,03	65	4,87
2	0,08	0,08	10555	6,41	6,77	57	5,13
3	0,08	0,10	10813	7,16	6,00	131	4,69
4	0,08	0,12	10848	2,54	8,81	74	7,10
5	0,08	0,15	10614	7,44	6,52	92	4,30

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa *valve clearance* tertentu ternyata cukup berpengaruh untuk mengurangi kadar emisi gas buang. Kesimpulan ini diambil berdasarkan hasil emisi gas buang yang ada pada tabel di atas, dimana variasi *valve clearance exhaust* 0,12 mm menghasilkan kadar emisi paling ideal dibandingkan variasi *valve clearance exhaust* lainnya yaitu CO sebesar 2,54% dan HC sebesar 74 ppm. Dari hasil tersebut dapat dipastikan bahwa perbandingan celah katup *intake* ukuran 0,08 mm dan celah katup *exhaust* 0,12 mm bisa mengurangi kadar CO sebanyak 1,96% dari batas standard gas limitnya dan juga bisa mengurangi kadar HC sebanyak 1126 ppm dari batas gas limitnya.

Dengan melihat hasil pengujian pada Tabel 1 maka, dapat diketahui kondisi kerja mesin pada *valve clearance* tertentu dengan putaran mesin maksimal yang sudah disesuaikan pada saat pengujian *performance* terbaik ternyata memiliki hasil emisi gas buang yang berbeda-beda yaitu pada kerenggangan *valve* 0,08 mm diperoleh daya terbaik sebesar 9,162 Hp dan torsi terbaik sebesar 9,197 dengan kadar CO sebesar 6,41% sedangkan kadar HC 57 ppm. Berdasarkan tabel hasil daya maksimal pada uji dynotest motor jupiter Z1 dengan variasi *valve clearance intake* 0,06 – 0,15 mm juga dapat dilihat nilai daya dan torsi terkecilnya pada kerenggangan *valve* 0,15 mm yaitu dayanya sebesar 9,007 Hp dan torsinya sebesar 9,170 Nm, ternyata seiring dengan menurunnya *performance*, hasil dari emisi gas buang justru meningkat yaitu CO sebesar 7,40% dan HC sebesar 92 ppm. Dari data yang sudah didapat, hal ini menandakan bahwa celah *valve* sangat berpengaruh pada *performance* dan kadar emisi gas buang yang dihasilkan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Emisi Gas buang Pada Variasi *Valve Clearance Intake* 0,06 mm – 0.15 mm

No.	Valve Clearance (mm)		Putaran mesin (rpm)	CO (%)	CO ₂ (%)	HC (ppm)	O ₂ (%)
	Intake	Exhaust					
1	0,06	0,08	10264	1,55	1,29	43	19,21
2	0,08	0,08	10415	7,89	8,57	116	1,95
3	0,10	0,08	10410	3,52	3,51	37	12,43
4	0,12	0,08	10347	8,13	5,35	142	5,03
5	0,15	0,08	10331	4,29	5,92	19	8,88

Dari Tabel 2 menunjukkan bahwa pada *valve clearance* tertentu ternyata cukup berpengaruh untuk mengurangi kadar emisi gas buang. Kesimpulan ini diambil berdasarkan hasil emisi gas buang yang ada pada tabel di atas, dimana variasi *valve clearance intake* 0,06 mm menghasilkan kadar emisi paling rendah dibandingkan variasi *valve clearance intake* lainnya yaitu CO sebesar 1,55% dan HC sebesar 43 ppm. Dari hasil tersebut dapat dipastikan bahwa apabila mesin jupiter Z1 ingin menghasilkan kadar emisi yang aman bagi lingkungan maka perbandingan celah katup *intake* ukuran 0,06 mm dan celah katup *exhaust* 0,08 mm lebih cocok karena bisa mengurangi kadar emisi gas buang sebanyak 2,95% dari batas standard gas limitnya dan juga bisa mengurangi kadar HC sebanyak 1157 ppm dari batas gas limitnya. Tetapi apabila pengendara menginginkan performa yang bagus dari suatu kendaraan, hasil ini belumlah cukup bagus karena kadar O₂ dari celah ini cukup tinggi yaitu 19,21%. Hasil ini menandakan bahwa udara tidak terbakar habis pada saat proses pembakaran.

Dengan melihat hasil pengujian pada tabel 2 maka, dapat diketahui kondisi kerja mesin pada *valve clearance* tertentu dengan putaran mesin maksimal yang disesuaikan pada saat pengujian *performace* terbaik pada saat itu, ternyata memiliki hasil emisi gas buang yang berbeda yaitu pada kerenggangan *valve* 0,08 mm memperoleh daya terkesil yaitu sebesar 9,170 Hp dan torsi terkecil sebesar 9,076 dengan kadar CO sebesar 7,89% sedangkan kadar HC 116 ppm, hasil emisi gas ini cukup tinggi dibandingkan dengan kadar emisi gas buang yang dihasilkan pada saat variasi *valve clearance exhaust*. Berdasarkan tabel 4.3 dan 4.4 juga dapat dilihat nilai daya dan torsi terbesarnya pada kerenggangan *valve* 0,12 mm yaitu torsi sebesar 9,205 Nm, ternyata pada hasil ini justru kadar CO dan HC malah meningkat menjadi sebesar CO 8,13% dan HC 142 ppm. Kadar emisi gas buang yang dihasilkan oleh *valve clearance intake* 0,12 mm ini ternyata tidak memenuhi *standard* gas limit yang ada pada BLH Banjarmasin, jadi *valve clearance* ini tidak dianjurkan untuk pemakaian sehari-hari karena akan menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan. Sedangkan pada kerenggangan 0,15 mm nilai dayanya sebesar 9,180 Hp, ternyata seiring dengan meningkatnya nilai daya dan dipengaruhi oleh kerenggangan katup, hasil dari emisi gas buang terjadi penurunan yaitu CO sebesar 4,29% dan HC sebesar 19 ppm. Kadar emisi gas buang yang dihasilkan oleh celah katup 0,15 mm ini bisa dibilang cukup ideal, karena nilai-nilai yang dihasilkan masih dibawah *standard* gas limit BLH Banjarmasin. Dari data penelitian yang sudah didapat, hal ini menandakan bahwa celah *valve* sangat berpengaruh pada *performance* dan kadar emisi gas buang yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi *valve clearance intake* cukup berpengaruh terhadap meningkatnya *performance*. Setelah melakukan pengujian, didapatlah nilai daya dan torsi terbaik dari masing-masing variasi *valve clearance* untuk mendukung performa mesin. Variasi *valve clearance intake* 0,15 mm memperoleh hasil daya terbaik dengan pencapaian sebesar 93,11% dengan nilai dayanya yaitu 9,180 Hp pada putaran mesin 8852 rpm. Sedangkan untuk torsi terbaiknya pada variasi *valve clearance intake* 0,12 mm yang memperoleh hasil sebesar 92,98% dengan nilai torsi yaitu 9,205 Nm pada putaran mesin 6136 rpm.
2. Ukuran celah katup ternyata cukup mempengaruhi hasil emisi gas buang pada suatu kendaraan. Setelah melakukan pengujian, terdapat variasi *valve clearance* yang memperoleh hasil cukup ideal dan aman bagi lingkungan yaitu pada kerenggangan 0,12 mm untuk variasi *valve clearance exhaust* dan kerenggangan 0,15 mm untuk variasi *valve clearance intake*.

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, W., (1998), *Motor Bakar Torak*, Penerbit ITB, Bandung

Daryanto (2003). "*Motor Bensin Pada Mobil*" Bandung: Penerbit Yrama Widya.

Isnanda (2007). Jurnal Teknik Mesin, Politeknik Negri Padang. "*Pengaruh Gas Buang Terhadap Kinerja Motor Bensin*". Padang.

Syahrini Awal (2006). Jurnal SMARTek, Universitas Tadulako. "*Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarjan Hasil Uji Emisi*". Palu.