

PENGARUH CELAH KATUP TERHADAP DAYA DAN EFISIENSI PADA MOTOR MATIC

Irwan¹⁾, Agus Suyatno²⁾, Naif Fuhaid³⁾

ABSTRAK

Pada saat ini motor bakar mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia sehari-harinya, terutama dalam bidang transportasi. Perkembangan sepeda motor sekarang sudah mengarah kepada sistem matic yang mempunyai berbagai keunggulan dan kerugian. Pada motor matic dilengkapi dengan katup isap dan katup buang, dimana kedua katup digerakkan oleh sebuah poros yang dinamakan poros bubungan atau *camshaft*. Volume masuknya bahan bakar dipengaruhi oleh durasi sudut buka katup dan celah katup atau *valve clearance*. Untuk itu perlu dilakukan studi lebih lanjut tentang pengaruh celah katup terhadap daya dan efisiensi mesin motor matic.

Pengujian dilakukan secara eksperimen, dengan membandingkan variasi Celah Katup 0.05 mm, 0.1 mm dan 0.15 mm dengan rpm yang berbeda dari 3000rpm - 7000rpm pada masing-masing perlakuan dan dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan variabel kinerja mesin matic yaitu daya efektif, daya bahan bakar dan efisiensi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya efektif roda yang tertinggi dihasilkan engine dengan jarak celah katup 0,05 mm menghasilkan 3.97 Hp di putaran 7000 rpm. Daya bahan bakar tertinggi terjadi pada putaran 7000 rpm dengan jarak celah katup 0,05 mm, dengan nilai sebesar 7.98 Hp. Efisiensi terbesar pada celah katup 0,15 mm yaitu 53.02 % di putaran 7000 rpm.

Kata kunci : katup, daya dan efisiensi, motor matic

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Pada saat ini motor bakar mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia sehari-harinya, terutama dalam bidang transportasi. Hampir setiap orang menikmati manfaat yang dihasilkan oleh motor bakar sebagai sarana transportasi. Disamping sebagai alat transportasi, motor bakar juga banyak digunakan dalam bidang-bidang yang lain terutama dalam bidang industri yang sangat luas.

Salah satu jenis alat transportasi yang sangat banyak digunakan oleh masyarakat adalah jenis roda dua atau dikenal sebagai sepeda motor. Saat ini terdapat jenis sepeda motor yang menggunakan transmisi *automatic* atau dikenal dengan motor *matic* yang banyak diminati oleh masyarakat. Sepeda motor *matic* mempunyai kelebihan mudah pengoperasiannya tetapi mempunyai kelemahan boros bahan bakar.

Sepeda motor sebagai alat transportasi menggunakan motor bakar sebagai pembangkit tenaga untuk menggerakkan roda. Jenis mesin 4 langkah lebih banyak digunakan dibanding jenis 2 langkah. Motor bakar 4 langkah mempunyai 4 langkah pada torak oleh 2 kali putaran poros engkol, terdiri dari langkah isap, langkah kompresi, langkah kerja dan langkah buang. Campuran udara dan bahan bakar masuk kedalam ruang bakar pada langkah isap, selanjutnya dikompresi dalam ruang silinder yang tertutup sehingga tekanan dan temperaturnya naik. Menjelang akhir langkah kompresi atau sebelum titik mati atas (TMA), percikan bunga api busi akan membakar bahan bakar sehingga terjadi proses pembakaran.

Pada motor bakar 4 langkah dilengkapi dengan katup isap dan katup buang, dimana kedua katup digerakkan oleh sebuah poros yang dinamakan poros bubungan atau *camshaft*. Volume masuknya bahan bakar dipengaruhi oleh durasi sudut buka katup dan

celah katup (*valve clearance*). Untuk itu perlu dilakukan studi lebih lanjut tentang pengaruh *valve clearance* terhadap daya dan efisiensi mesin motor matic.

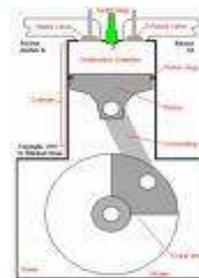
Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan adalah untuk mengetahui pengaruh kerenggangan katup (*valve clearance*) terhadap daya dan efisiensi motor matic.

TINJAUAN PUSTAKA

Katup (Valve)

Katup adalah suatu komponen mesin yang dipasang di atas silinder pada mesin pembakaran *internal* yang memerlukannya. Katup dipasang berfungsi sebagai alat membuka dan menutupnya saluran bahan bakar dan gas buang. Katup masuk berfungsi untuk masuknya bahan bakar keruang bakar dan katup keluar berfungsi untuk keluarnya gas buang sisa pembakaran.



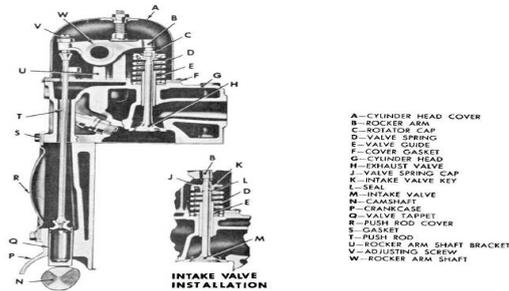
Gambar 1. Pemasangan katup

Sumber: www.cybersteering.com

Cara kerja Katup

Katup bekerja sesuai dengan kinerja poros engkol. Poros engkol berputar dan seiring dengan berputarnya poros engkol juga memutarakan noken as. Noken as berputar ketika pada posisi puncak akan mendorong *connecting rod*, kemudian *connecting rod*

akan mendorong katup untuk membuka. Kembalinya *connecting rod* dilakukan oleh pegas pembalik sehingga katup pada posisi semula yaitu menutup saluran masuknya bahan bakar. Cara kerja ini sama untuk katup *out/buang*. Berikut gambar kerja mekanisme katup;



Gambar 2.2. Mekanisme katup
sumber www.tpub.com

Penyetelan Celah Katup

Performa mesin tergantung pada setelan celah katup, untuk penyetelan merupakan kunci pula untuk meningkatkan performa mesin, sekaligus juga untuk kesebandingan antara bahan bakar yang masuk, pembakaran yang berlangsung dan keluarnya gas sisa hasil pembakaran. Berikut gambar katup dan mekanisme sistem katup pada mesin 4 tak 4 silinder.

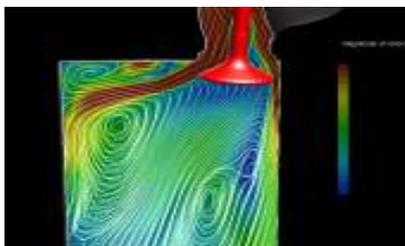


Gambar 3. Mekanisme katup pada mobil. Sumber: www.pikiran-rakyat.com/



Gambar 4. Katup 1.

Sumber: www.global-b2b-network.com/



Gambar 5. Katup 2.

Sumber: www.rbracing-rsr.com/lovellgascalc.html

Penyetelan katup (*valve*) perlu dilakukan pada saat sepeda motor diservis. Alasannya, mesin yang dipakai akan mengalami aus pada berbagai komponen karena gesekan. Keausan mekanisme mesin akan

menimbulkan kerenggangan katup. Untuk itulah, katup perlu disetel ulang. Setiap pabrikan memberikan tingkat kerenggangan katup yang berbeda. Kerenggangan katup tidak boleh terlalu rapat dan juga tidak boleh terlalu renggang. Ini penting, agar akurasi pemasukan bensin dan pembuangan sisa pembakaran berlangsung tepat.

Katup mesin mobil memiliki fungsi yang cukup penting, yaitu sebagai pintu masuk bahan bakar ke dalam silinder dan keluar sisa pembakaran di silinder. Untuk itu, kualitas bahan katup amat penting agar bisa berfungsi maksimal karena panas yang ditimbulkan akibat proses pembakaran di silinder amat tinggi. Katup tidak pernah istirahat selama mesin berjalan. "Mesin yang mempunyai pengangkat katup konvensional, celah katupnya harus disetel ulang dengan tepat. Penyetelan klep sebaiknya dilakukan setiap 20.000 km. Ini penting agar kinerja mesin tetap optimal," kata Rainhard Ondang, Service Manager IBRM (Istana Bandung Raya Motor), *main dealer* Honda Bandung.

Penyetelan kerenggangan katup harus dilakukan pada kondisi mesin masih dingin. Ini penting agar akurasinya sesuai spesifikasi. Jangan menyetel katup pada kondisi mesin masih panas karena setelahnya tidak akan akurat. Suara katup mesin yang agak keras bisa disebabkan oleh katup yang terlalu renggang. Kondisi ini biasanya lebih hemat bahan bakar. Sementara suara yang lebih halus karena setelan katup nya rapat umumnya dipakai untuk kecepatan tinggi. Untuk penyetelan balap atau *high speed*, biasanya katup dibuat lebih rapat. Ini dimaksudkan agar bahan bakar lebih cepat masuk dan pembuangan sisa pembakaran lebih lama agar bisa lebih maksimal.

Agar BBM lebih hemat, penyetelan katup harus renggang. Konsekuensinya, performa mesin menjadi menurun untuk *top speed*. Selain itu, suara yang ditimbulkan lebih berisik. Untuk melakukan penyetelan, pertama harus menggerakkan posisi piston pada TMA (titik mati atas). Ini untuk mengetahui posisi kedua katup yaitu *intake* dan *exhaust*, pada posisi netral (tertutup). Setelah itu, *clearance* (kerenggangan) antara *rocker arm* dan katup bisa diketahui untuk kemudian disetel. TMA adalah posisi tertinggi yang dicapai torak di dalam silinder. Setelan katup yang tidak tepat bisa menyebabkan kinerja mesin tidak efisien dan boros bahan bakar.

Penyetelan yang tidak tepat akan menyebabkan katup membuka dan menutup tidak sesuai kebutuhan kerja mesin. Penyetelan katup untuk mesin menggunakan *fuller* ukuran 0,20 mm untuk katup isap dan 0,30 mm katup buang. *Fuller* diletakkan antara ujung katup dan penumbuk katup (*rocker arm*). Cara menyetelnya tidak boleh seret sampai menekan katup menjadi terbuka dan tidak boleh terlalu longgar.

Di Indonesia, mesin bensin 4 langkah lebih populer dibandingkan 2 langkah. Mesin empat langkah memiliki karakter kerja poros engkol berputar dua putaran penuh, selama torak menyelesaikan empat langkah dalam setiap siklus kerja. Siklus kerja mesinnya diawali dari langkah isap, kemudian langkah kompresi,

langkah usaha, dan terakhir langkah buang. Pada langkah isap, campuran udara dan bensin diisap ke dalam silinder. Katup isap terbuka, sedangkan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak ke bawah akan menyebabkan ruang silinder menjadi vakum. Campuran bahan bakar udara akan masuk ke dalam silinder karena adanya tekanan udara luar.

Dalam langkah kompresi, campuran udara dan bensin dikompresikan. Katup isap dan katup buang tertutup. Ketika torak mulai naik dari titik mati bawah (TMB) ke TMA, campuran yang diisap akan dikompresikan. Tekanan dan temperatur menjadi naik, sehingga akan mudah terbakar. Poros engkol pun berputar satu kali, ketika mencapai TMA. Setelah kompresi, proses berlanjut ke langkah usaha. Pada tahap ini mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Sesaat sebelum torak mencapai TMA pada saat langkah kompresi, busi memberikan loncatan api pada campuran yang telah dikompresikan. Dengan terjadinya pembakaran, kekuatan dan tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong torak ke bawah. Usaha ini menjadi tenaga mesin atau *power*. Langkah terakhir adalah buang. Pada tahapan ini gas yang terbakar dibuang dari dalam silinder. Katup buang terbuka, torak bergerak dari TMB ke TMA, mendorong gas buang keluar dari silinder. Ketika mencapai TMA, torak akan mulai bergerak lagi untuk persiapan berikutnya, yaitu langkah isap. Poros engkol telah melakukan dua putaran penuh dalam satu siklus, yang terdiri dari 4 langkah.

Mekanisme pergerakan katup dirancang khusus sehingga sumbu *nok* (*camshaft*) berputar satu kali untuk menggerakkan katup isap dan katup buang setiap dua kali berputarnya poros engkol. *Pulley timing crankshaft* dipasang pada ujung poros engkol. *Pulley timing camshaft* dipasang pada ujung *exhaust camshaft*.

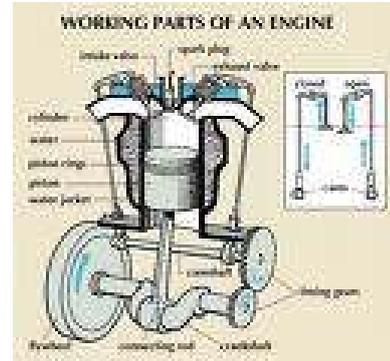
Exhaust camshaft digerakkan oleh poros engkol melalui *timing belt*, sedangkan *intake camshaft* digerakkan oleh gigi-gigi yang berkaitan pada *intake* dan *exhaust camshaft*. Jumlah dari gigi *camshaft timing pulley* dua kali dari gigi *crankshaft timing pulley*. Sumbu *nok* hanya berputar satu kali untuk setiap dua kali putaran poros engkol.

Adapun cara kerja katup adalah bila poros engkol berputar menyebabkan *exhaust camshaft* juga berputar melalui *timing belt*. Sementara *intake camshaft* diputar oleh *exhaust camshaft* melalui roda-roda gigi. Bila sumbu *nok* berputar, *nok* akan menekan ke bawah pada *valve lifter* dan membuka katup. Seiring dengan sumbu *nok* yang terus berputar maka katup akan menutup dengan adanya tekanan pegas. Setiap sumbu *nok* berputar satu kali, akan membuka dan menutup katup hisap dan katup buang dua kali pada setiap dua putaran poros engkol. Pengangkat katup inilah yang celah katupnya perlu disetel.

Motor Bakar Bensin.

Motor bensin merupakan motor yang menggunakan bahan bakar bensin untuk menghasilkan tenaga penggerak, bensin tersebut terbakar (setelah

dicampur dengan udara) untuk memperoleh tenaga panas dan tenaga panas tersebut diubah kedalam bentuk tenaga penggerak sebagaimana dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 6. Mekanisme *Piston* dan *Crankshaft*.

Sumber: www.cache.eb.com

Campuran udara dan bensin dihisap kedalam silinder, dimampatkan dengan torak dibakar untuk memperoleh tenaga panas. Terbakarnya gas akan menaikkan suhu dan tekanan. Torak bergerak naik turun didalam silinder menerima tekanan yang tinggi, yang memungkinkan torak terdorong kebawah. Mesin ini juga dilengkapi dengan pembuangan gas sisa pembakaran dan menyediakan campuran udara bensin pada saat yang tepat agar torak dapat bekerja secara periodik. Kerja periodik yang dimulai dari pemasukkan campuran udara dan bensin, kompresi, pembakaran dan pembuangan sisa pembakaran dalam silinder itu disebut siklus mesin. Pada motor bensin terdapat 2 macam penggolongan untuk mendapatkan siklus mesin yaitu:

- a. Motor bensin 4 langkah (4 tak), dimana satu siklus diperlukan 4 langkah torak dan 2 kali putaran poros engkol.
- b. Motor bensin 2 langkah (2 tak), dimana satu siklus diperlukan 2 langkah torak dan 1 kali putaran poros engkol.

Cara Kerja Motor Bensin adalah sebagai berikut torak bergerak naik turun didalam silinder. Titik tertinggi yang dicapai disebut titik mati atas (TMA) dan titik terendah disebut titik mati bawah (TMB). Pada Motor 4 tak terdapat 4 langkah yaitu langkah hisap, kompresi, kerja dan buang.

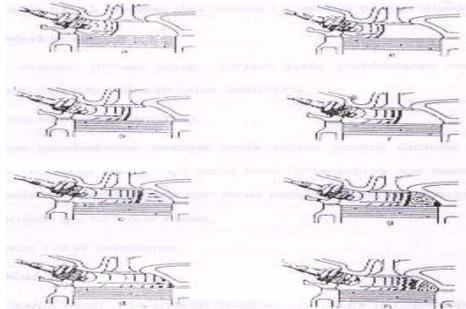
Saat Penyalaan dan Terjadi Pembakaran Maksimum

Pembakaran diawali dengan loncatan bunga api busi pada akhir langkah pemampatan, pada keadaan biasa kita mendapatkan pembakaran teratur dimana selalu terdapat dua tahapan ialah bagian yang tidak terbakar keduanya dibatasi oleh api pembakaran.

Pembakaran yang teratur biasanya 3 milidetik (0,0003), terjadi juga perjalanan tekanan teratur diatas piston. Disebabkan oleh singkatnya pembakaran, tekanan didalam seluruh ruang bakar, tidak dapat sama sehingga terjadilah gangguan keseimbangan, dengan tekanan tinggi setempat, atau lebih tepatnya gerakan terombang-ambing dari massa gas yang panas sekali.

Selisih dalam tekanan dari 1 Mpa dapat terjadi pembakaran yang tidak teratur dan tidak terawati yang mengakibatkan pembebanan terlalu berat dari mekanismenya. Gerakan dari gas terhadap logamnya memberi suara seperti pukulan yang disebut detonasi, penyebab sebenarnya adalah suhu terlalu tinggi dari gas yang dimanfaatkan atau ruang bakar yang tidak memenuhi syarat. Penyebab yang banyak adalah :

- a. Angka oktan bensin terlalu rendah
- b. Penyetelan pengapian terlalu awal
- c. Busi terlalu panas
- d. Pendinginan terlalu miskin
- e. Bentuk ruang bakar tidak menguntungkan.



Gambar 7. Pembakaran Normal; sumber Prasetia, Hari, Skripsi Universitas Muhammadiyah Solo, 2006, halaman 20.

Tahap Pembakaran

- a. Tahap dimana busi memercikkan bunga apinya ke dalam silinder yang berisi campuran bahan bakar dengan udara yang dimampatkan karena gerakan torak pada langkah kompresi yang mengakibatkan naiknya tekanan dalam silinder. Sedang ruang silinder relative tidak berubah sehingga tahanan pembakaran ini akan mencapai titik tertinggi pada beberapa saat setelah torak mencapai TMA.
- b. Bila proses pembakaran terjadi dengan normal maka kecepatan rambatan api ini kira-kira agak konstan dan merata keseluruh bagian silinder.

Proses Pembakaran

Ada dua macam proses yang terjadi pada pembakaran motor yaitu pembakaran normal dan pembakaran tidak sempurna.

a. Pembakaran Sempurna (normal)

Mekanisme pembakaran normal pada motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi. Selanjutnya api membakar gas yang berada disekelilingnya dan terus menjalar keseluruh bagian sampai semua partikel gas terbakar habis.

b. Pembakaran Tidak Sempurna

1. Knocking

Seperti telah diterangkan sebelumnya, pada peristiwa pembakaran normal api menyebar ke seluruh bagian ruang bakar dengan kecepatan konstan, sedangkan busi dipergunakan sebagai pusat penyebarannya, dalam hal ini gas baru yang belum terbakar terdesak oleh gas yang telah terbakar sehingga tekanan dan suhu dapat mencapai keadaan hampir

terbakar. Jika pada saat ini gas tadi terbakar dengan sendirinya maka akan timbul detonasi.

Beberapa cara untuk mencegah detonasi :

Mengurangi tekanan dan temperatur bahan bakar yaitu yang masuk ke dalam silinder

1. Mengurangi perbandingan kompresi
2. Memperlambat saat penyalaan
3. Memperkaya campuran bahan bakar
4. Menaikkan kecepatan torak (atau putaran poros engkol) untuk memperoleh arus turbulen pada campuran didalam silinder yang mempercepat rambatan nyala api.

2. Pre Ignition

Gejala pembakaran tidak normal lainnya adalah pre ignition, peristiwa ini hampir sama dengan knocking tetapi hanya terjadi pada saat busi belum memercikkan bunga api. Disini bahan bakar terbakar dengan sendirinya yaitu sebagai akibat dari tekanan dan suhu cukup tinggi, sehingga dapat membakar gas tanpa pemberian penyalaan dari busi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, pre ignition adalah peristiwa pembakaran yang terjadi sebelum saat yang dikehendaki.

METODE PENELITIAN

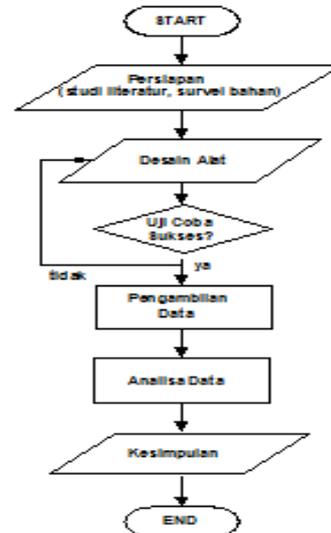
Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas adalah putaran mesin dan celah katup.
2. Variabel terikat adalah konsumsi bahan bakar, putaran output, daya Dan efisiensi bahan bakar.

Metode Analisa Data

Data yang diperoleh akan diplotkan pada grafik hubungan putaran terhadap daya dan efisiensi pada berbagai jarak celah katup. Grafik ini akan dijadikan acuan untuk menganalisa pengaruh jarak kerenggangan katup terhadap konsumsi bahan bakar, daya dan efisiensi yang dihasilkan.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Putaran Dengan Variasi Celah Katup Terhadap Putaran Roda



Gambar 1. Hubungan putaran dengan variasi celah katup terhadap putaran roda

Dari grafik dapat terlihat putaran roda terjadi pada putaran 7000 rpm dengan menggunakan jarak celah katup 0,05 mm dengan nilai sebesar 3864 rpm, sedangkan putaran terendah terjadi pada 3000 rpm pada jarak celah katup 0,15 mm dengan nilai sebesar 648 rpm, proses pembakaran lebih sempurna pada putaran tinggi, sehingga menghasilkan tenaga yang lebih besar yang dapat menghasilkan putaran menjadi lebih tinggi.

Hubungan Putaran Dengan Variasi Celah Katup Terhadap Torsi



Gambar 2. Hubungan putaran dengan variasi celah katup terhadap torsi

Dari grafik dapat terlihat torsi tertinggi terjadi pada putaran 7000 rpm jarak celah katup 0,05 mm dengan nilai 0,74 kgf.m sedangkan torsi terendah dengan nilai 0,18 kgf.m di putaran 3000 rpm pada jarak celah katup 0,15 mm. Torsi sangat bergantung dari putaran, sedangkan putaran tergantung pada kesempurnaan pembakaran yang menghasilkan tekanan terhadap torak. Besarnya tekanan pada torak akan menyebabkan putaran mesin yang ditransfer ke roda semakin besar.

Hubungan Putaran Dengan Variasi Celah Katup Terhadap Daya Bahan Bakar



Grafik 3 Hubungan putaran dengan variasi celah katup terhadap daya bahan bakar

Dari grafik dapat terlihat daya bahan bakar tertinggi terjadi pada putaran 7000 rpm pada jarak celah katup 0,05 mm dengan nilai sebesar 7,98 Hp. Sedangkan nilai daya bahan bakar terendah terjadi pada 3000 rpm jarak celah katup 0.15 mm dengan nilai sebesar 1.90 Hp. Daya bahan bakar dipengaruhi oleh konsumsi bahan bakar dan nilai kalor. Konsumsi bahan bakar semakin tinggi, maka daya bahan bakar semakin meningkat, begitu pula sebaliknya. Pada grafik terlihat pula semakin tinggi putaran daya bahan bakar semakin meningkat, hal ini disebabkan oleh semakin besar pula konsumsi bahan bakar.

Hubungan Putaran Dengan Variasi Celah Katup Terhadap Daya Roda



Grafik 4. Hubungan putaran dengan variasi celah katup terhadap daya roda

Dari grafik menunjukkan bahwa daya roda tertinggi terjadi pada putaran 7000 rpm jarak celah katup 0,05 mm dengan nilai sebesar 3.97 Hp, sedangkan daya roda terendah terjadi pada putaran 3000 jarak celah katup 0.15 mm dengan nilai sebesar 0.16 Hp. Daya roda sangat bergantung dari putaran mesin, sedangkan putaran sangat bergantung dari kesempurnaan pembakaran yang menghasilkan tekanan terhadap torak. Besarnya tekanan pada torak akan menyebabkan putaran mesin yang ditransfer ke roda semakin besar.

Hubungan Putaran Dengan Variasi Celah Katup Terhadap Efisiensi Efektif



Grafik 5 Hubungan putaran dengan variasi celah katup terhadap efisiensi efektif

Dari grafik dapat terlihat efisiensi thermal efektif tertinggi terjadi pada putaran 7000 rpm jarak celah katup 0,15 mm dengan nilai 53.02 %, sedangkan efisiensi thermal efektif terendah dengan nilai 7.49 % di putaran 3000 rpm pada jarak celah katup 0,05 mm. Efisiensi efektif ini sangat bergantung pada seberapa besar daya bahan bakar dan seberapa besar daya roda. Semakin besar daya roda dan semakin kecil daya bahan bakar, maka semakin besar pula efisiensi. Pada

penambahan putaran mesin terlihat efisiensi semakin meningkat, hal ini disebabkan oleh semakin sempurnanya campuran bahan bakar yang terbakar pada ruang bakar yang berakibat pada peningkatan putaran mesin dan roda.

Pembahasan

Dari grafik dapat terlihat pada efisiensi efektif meningkat seiring dengan peningkatan putaran mesin dan di jarak celah katup 0,15 mm efisiensi efektif tertinggi, Efisiensi efektif ini sangat bergantung pada seberapa besar daya bahan bakar dan seberapa besar daya roda. Semakin besar daya roda dan semakin kecil daya bahan bakar, maka semakin besar pula efisiensi.

Penyetelan katup yang lebih renggang membuat konsumsi bahan bakar menjadi lebih kecil sehingga daya bahan bakar juga menjadi lebih kecil sehingga menghasilkan efisiensi efektif yang besar.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis data, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Daya roda yang tertinggi dihasilkan mesin pada jarak celah katup 0.05 mm dengan daya 3,97 Hp di putaran 7000 rpm
2. Daya bahan bakar tertinggi terjadi pada putaran 7000 rpm dengan jarak celah katup 0,05 mm, dengan nilai sebesar 7,98 Hp
3. Efisiensi terbesar pada celah busi 0,15 mm yaitu 53.02 % di putaran 7000 rpm.

DAFTAR PUSTAKA

- Boentarto, 1996, **Teknik Mesin Mobil**, CV .Aneka Ilmu, Surakarta.
- Bpm Arends, H.Berenschot, 1992, **Motor Bensin**, Erlangga, Jakarta.
- Bruijn, Lade,1982, **Motor Bakar**, PT.Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- Daryato, 2003, **Motor Bensin Pada Mobil**, CV Irama Widya Bandung
- Hasahta,1986, **Motor Bakar**, PT Jambatan, Jakarta.
- Mustafa, 2011, **Analisis Celah Busi Terhadap Daya**, UMM Madiun
- Novi Arif Budiman, 2006, **Effektifitas Perubahan Valve Timing**, UNS Semarang.
- Prasetia, Hari, 2006, Skripsi Universitas Muhammadiyah, **halaman 20**, Solo,
- Spuller, Andar Simatupang, 1988, **Dasar Motor Otomotif**, VEDC Malang.
- Wiranto Aris Munandar, 1983, **Penggerak Mula Motor Bakar Torak**, ITB Bandung.

<http://www.astraworld.com/?act=tips&id=2007081017380050>

[http:// www.cache.eb.com](http://www.cache.eb.com)

<http://www.cybersteering.com>

