

# PENGARUH CELAH KATUP TERHADAP DAYA MESIN PADA MOBIL TOYOTA KIJANG INOVA

Oleh:

Tambos August Sianturi <sup>1)</sup>

Kristian Tarigan <sup>2)</sup>

Universitas HKBP Nommensen, Siantar  
Dan Universitas Darma Agung, Medan <sup>1,2)</sup>

E-mail:

[tambos.sianturi73@gmail.com](mailto:tambos.sianturi73@gmail.com) <sup>1)</sup>

[Kristiantarigan50@gmail.com](mailto:Kristiantarigan50@gmail.com) <sup>2)</sup>

## ABSTRACT

*In a diesel motor, the high temperature of the compressed air inside the cylinder causes the fuel to ignite. With the air piston sucked into the engine cylinder in the suction stroke, then it is utilized to reach a high pressure and temperature in the compression stroke. The fuel is injected into the compressed air during injection, the valves must close tightly so that complete combustion occurs in the combustion chamber. To prevent this, it is necessary to adjust the valve gap, adjusting the valve gap must be adjusted to the specified standards, thus opening and closing the valve will result in an even ignition in the combustion chamber. To get optimal power and good engine performance, the right valve gap is: 0.20 mm inlet valve (in) and 0.25 mm exhaust valve (ex)*

**Keywords:** *Valve Gap, Engine Speed, Engine Power*

## ABSTRAK

Pada motor diesel, temperature udara tekan didalam silinder yang tinggi menyebabkan bahan bakar menyala. Dengan piston udara dihisap masuk kedalam silinder mesin pada langkah hisap, kemudian dimanfaatkan hingga mencapai tekanan dan temperature yang tinggi pada langkah kompresi. Pada akhir langkah kompresi, beberapa derajat sebelum titik mati atas bahan bakar diinjeksikan kedalam udara tekan tersebut. Selama penginjeksian, katup-katup harus menutup rapat sehingga terjadi pembakaran yang sempurna didalam ruang bakar. Untuk mencegah hal ini perlu dilakukan penyetelan celah katup, penyetelan celah katup ini harus disesuaikan dengan standar yang ditentukan, dengan demikian membuka dan menutupnya katup akan menghasilkan penyalaan yang merata di dalam ruang bakar. Untuk mendapatkan daya yang optimal dan performa mesin yang bagus maka celah katup yang tepat adalah : 0,20 mm katup masuk (in) dan 0,25 mm katup buang (ex)

**Kata Kunci :** *Celah Katup, Putaran Mesin, Daya Mesin*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Penyetelan katup perlu dilakukan pada saat mobil di servis. 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 bahan bakar dan pembuangan sisa pembakaran berlangsung tepat. Jadi sistem mekanisme katup harus dapat dirancang sebaik-baiknya sehingga dapat menghasilkan daya dan pembakaran yang sempurna tanpa ada sisa campuran bahan

bakar yang habis terbakar. Terutama untuk motor diesel, disini perbandingan kompresi lebih besar dibanding dengan motor lain.

Penyetelan katup sebaiknya dilakukan setiap 10.000 km. Ini penting agar kinerja mesin tetap optimal. Penyetelan kerenggangan katup harus dilakukan pada kondisi mesin masih dingin. Hal ini dimaksudkan agar akurasi sesuai spesifikasi. Stelan katup yang tidak tepat dapat menyebabkan kinerja mesin tidak efisien dan boros bahan bakar. Penyetelan katup yang tidak tepat akan menyebabkan katup membuka dan menutup tidak sesuai kebutuhan kerja mesin.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :  
Tujuan umum :

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh celah katup 0, 15 (in), 0,20 (ex) dengan variasi putaran 2000, 2500, 3000 rpm terhadap daya mesin.
2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh celah katup 0, 20 (in), 0,25 (ex) dengan variasi putaran 2000, 2500, 3000 rpm terhadap daya mesin.
3. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh celah katup 0, 25 (in), 0,30 (ex) dengan variasi putaran 2000, 2500, 3000 rpm terhadap daya mesin

## 1.2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dilakukan pada pengukuran celah katup adalah sebagai berikut :

1. Sebagai bahan pembandingan bagi para

teknisi pengaruh celah katup terhadap daya.

2. Menambah kasanah ilmiah bagi masyarakat yang ada di Sumatera Utara.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Mesin Bensin

Mesin bensin berbeda dengan mesin diesel dalam metode pencampuran bahan bakar dengan udara, dan mesin bensin selalu menggunakan penyalan busi untuk proses pembakaran. Pada mesin diesel, hanya udara yang dikompresikan dalam ruang bakar dan dengan sendirinya udara tersebut terpanaskan, bahan bakar disuntikan ke dalam ruang bakar di akhir langkah kompresi untuk bercampur dengan udara yang sangat panas, pada saat kombinasi antara jumlah udara, jumlah bahan bakar, dan temperatur dalam kondisi tepat maka campuran udara dan bakar tersebut akan terbakar dengan sendirinya. Pada mesin bensin, pada umumnya udara dan bahan bakar dicampur sebelum masuk ke ruang bakar, sebagian kecil mesin bensin modern mengaplikasikan injeksi bahan bakar langsung ke silinder ruang bakar termasuk mesin bensin 2 tak untuk mendapatkan emisi gas buang yang ramah lingkungan. Pencampuran udara dan bahan bakar dilakukan oleh karburator atau sistem injeksi, keduanya mengalami perkembangan dari sistem manual sampai dengan penambahan sensor-sensor elektronik atau EFI.

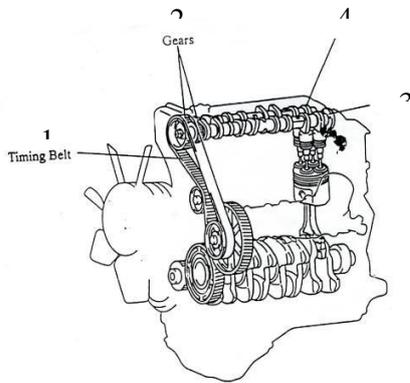
### 2.2. Mekanisme Katup

Mekanisme katup adalah mekanisme yang membuka dan menutup katup- katup. Pada tiap-tiap silinder mesin terdapat dua buah katup, masing-masing

katup hisap dan katup buang.

### Konstruksi dan Cara kerjakatup

Gambar 2.1 adalah konstruksi dari mekanisme katup yang digunakan pada mesin 2KD-FTV.



Keterangan :

1. Sabuk penggerak (*timing belt*)
2. Gigi-gigi (*gears*)
3. Poros nok masuk (*intake camshaft*)
4. Poros nok buang (*exhaust camshaft*)

**Gambar 2.1. Konstruksi Mekanisme Katup 2KD-FTV**

Sumber : TOYOTA STEP 2

Mekanisme penggerak katup dirancang khusus sehingga poros nok (*camshaft*) berputar satu kali untuk menggerakkan katup hisap dan katup buang setiap dua kali berputarnya poros engkol. Poros nok digerakan oleh poros engkol melalui penggerak sabuk (*timing belt*) seperti yang terlihat pada gambar 2.1. Sedangkan poros nok buang digerakan oleh gigi-gigi yang berkaitan pada poros nok masuk dan poros nok buang. Jumlah dari gigi-gigi puli poros nok dua kali dari gigi-gigi puli poros engkol.

Adapun cara kerja katup adalah bila poros engkol berputar menyebabkan poros nok masuk juga berputar melalui sabuk penggerak (*timing belt*).

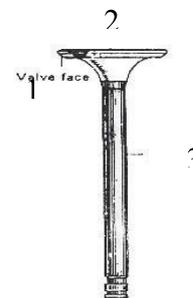
### 2.3. Komponen-komponen utama penggerak katup

Adapun komponen-komponen utama penggerak katup pada mobil Toyota Kijang Innova mesin 2KD-FTV adalah :

1. Katup (*valve*)
2. Dudukan katup (*valveseat*)
3. Pengantar katup (*valve guide*)
4. Pegas katup (*valvespring*)
5. Pengangkat katup (*valvelifter*)
6. Poros nok (*camshaft*)

#### 2.3.1. Katup (*valve*)

Katup berfungsi untuk membuka dan menutup saluran hisap dan saluran buang. Tiap silinder dilengkapi dengan dua katup yang masing-masing adalah katup hisap dan katup buang. Konstruksi katup terdiri dari kepala katup (*valve head*) dan batang katup (*valve stem*) seperti yang terlihat pada gambar 2.2. Pada kepala katup bentuknya disesuaikan dengan kebutuhannya agar gas yang keluar masuk dapat mengalir dengan lancar. Bagian katup yang berhimpitan ini disebut permukaan katup (*valve face*). *Valve face* ini dibuat miring yang sesuai dengan kemiringan pada permukaan dudukan katup. Untuk mesin-mesin TOYOTA, kemiringannya adalah  $45^{\circ}$ .



Keterangan :

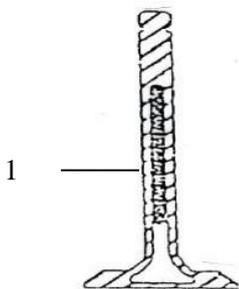
1. Permukaan katup (*valveface*)
2. Kepala katup (*valvehead*)
3. Batang katup (*valvestem*)

**Gambar 2.2. Katup**

Sumber : TOYOTA STEP 2

Kepala katup atau sering disebut daun katup untuk katup isap, diameternya lebih besar bila dibandingkan dengan daun katup buang. Hal ini dimaksudkan agar pemasukan udara bersih dapat lebih sempurna. Temperatur rata-rata yang terjadi pada daun katup hisap sekitar  $250^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $275^{\circ}\text{C}$  sedangkan pada daun katup buang sekitar  $700^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $760^{\circ}\text{C}$ .

Pada mesin dengan tekanan kompresi yang tinggi, temperatur daun katup akan tinggi sekali, untuk itu pada mesin tersebut biasanya dilengkapi dengan daun katup yang mempunyai bahan pendingin seperti terlihat pada gambar 2.3. Penempatan bahan pendingin ini ialah pada lubang yang terdapat pada batang katup. Bahan pendingin ini biasanya dari metal sodium atau kandungan aluminium.



Keterangan :

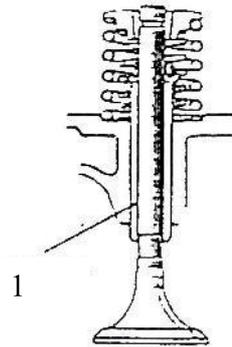
1. Katup dengan pendingin metal sodium

**Gambar 2.3. Katup dengan pendingin metal sodium**

**Sumber : TOYOTA STEP 2**

Metal sodium akan mencair pada temperatur  $97,5^{\circ}\text{C}$ . Dan akan mendidih pada temperatur  $880^{\circ}\text{C}$ . Dalam keadaan mencair ini sebagian panas akan diserap dari daun katup dan selanjutnya akan menyebabkan daun katup menjadidingin.

### 2.3.2. Dudukan katup (*valve seat*)



Keterangan :

1. Dudukan Katup (*valve seat*)
2. Kepalasilinder

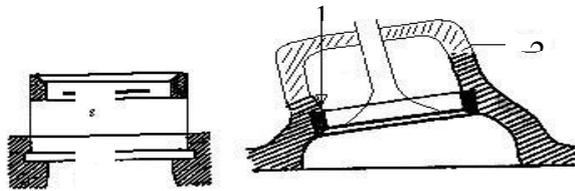
**Gambar 2.4. Dudukan katup**  
**Sumber :Toyota Step 2**

Dudukan katup berfungsi sebagai tempat duduknya kepala katup. Antara kepala katup dengan dudukan katup harus sama-sama membuat persinggungan yang intim agar tidak terjadi kebocoran pada persinggungannya. Bahan dari dudukan katup untuk jenis mesin tertentu biasanya sama dengan bahan dari blok mesin atau kepala silindernya. Ada juga bahan dari dudukan katup yang lain dari bahan blok mesin atau kepala silindernya dimana bahan dari dudukan katup biasanya di buat lebih kuat dan lebih spesial dari bahan blok mesin atau kepala silinder. Ini dimaksudkan agar dudukan katup dapat diganti-ganti bila telah aus sama halnya seperti katupnya dan harganya lebih murah dibanding dengan harus mengganti blok mesin atau kepala silinder.

### 2.3.3. Pengantar katup (*valveguide*)

Seperti telah diketahui bahwa pada jenis mesin tertentu, pengantar katup dicor bersama-sama dengan blok mesinnya (*untuk penempatan katup disisi*) atau kepala silindernya (*untuk penempatan*

kepala katup di kepala silinder). Bila terjadi keausan maka blok mesin atau kepala silindernya ikut diganti.



Keterangan :

1. Pengantarkatup (*valve guide*)

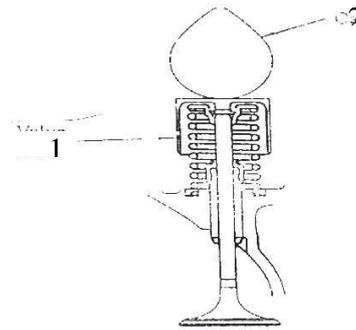
### Gambar 2.5. Pengantar katup

Sumber : Toyota Step 2

Pada akhir-akhir ini pengantar katup dibuat terpisah dari blok mesin atau kepala silindernya seperti halnya dudukan katup seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.5. Hal ini dimaksudkan agar pengantar katup diganti bila telah aus. Cara pemasangan yang dapat diganti ini sama dengan cara pemasangan dudukan katup yaitu dengan penyambungan susut.

### 2.3.4. Pegas katup (*valve spring*)

Fungsi pegas katup yaitu untuk mengembalikan katup agar tetap dalam keadaan rapat padaudukannya. Di samping itu telah diketahui juga bahwa kerja katup membuka dan menutup yang disesuaikan dengan langkah-langkah torak. Pada saat membuka katup digerakan oleh poros nok dan pada saat menutup katup di gerakan oleh pegas katup. Pegas katup ada di buat tunggal dan ada yang ganda (*lihat gambar 2.6*)



Keterangan :

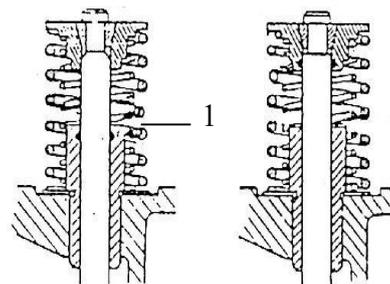
1. Pegaskatup ganda

### Gambar 2.6. Pegas katup ganda

Sumber : TOYOTA STEP 2

### 2.3.5. Pengangkat katup (*valvelifter*)

Pada jenis mesin 2KD-FTV, penyetelan katup menggunakan lifter tanpashim, yang memiliki permukaan kontak lebih besar seperti yang ditunjukkan pada gambar. Penyetelan katup dengan cara memilih dan mengganti valve lifter yang tepat, untuk itu disediakan lifters dengan ketebalan yang berbeda sebagai sukucadang.



Keterangan :

1. Pengangkat katup (*valve lifter*)
2. Nok (*cam*)

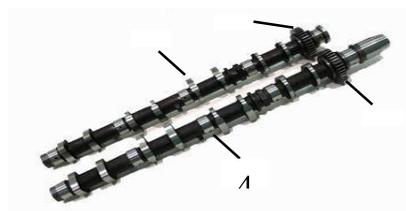
### Gambar 2.7. Pengangkat katup

Sumber : Toyota Step 2

### 2.3.6. Poros nok(*camshaft*)

Poros nok dilengkapi dengan sejumlah nok yang sama yaitu untuk katup hisap dan katup buang, dan nok ini membuka dan menutup katup sesuai saat (*timing*) yang ditentukan seperti yang terlihat pada gambar 2.8. Gigi penggerak distributor (*Distributor drive gear*) dan nok penggerak bahan-bakar (*fuel pump drive cam*) juga dihubungkan dengan poros nok. *Sprocket* dan sebuah *pulley* yang menempel pada ujung sumbu digerakan oleh poros engkol. Mesin 2KD-FTV dan macam-macam mesin DOHC lainnya juga mempunyai tambahan roda gigi untuk menggerakkan poros nok.

Adapun hal terpenting yang perlu diperhatikan dari poros nok ini yaitu waktu kerja katup (*valve timing*). Waktu kerja katup adalah membuka dan menutupnya katup sesuai dengan langkah-langkah piston yaitu dari titik mati atas (*TMA*) sampai titik mati bawah (*TMB*) dan dari titik mati bawah (*TMB*) sampai titik mati atas (*TMA*) tergantung dari langkahnya. Pada mesin 2KD-FTV akan dijelaskan massa kerja katup hisap dan katup buang.



**Gambar 2.8. Poros nok / camshaft**

**Sumber:** [https://www.alibaba.com/product-detail/2KD-FTV-high-performance-standard-racing\\_60192853737.html](https://www.alibaba.com/product-detail/2KD-FTV-high-performance-standard-racing_60192853737.html)

Keterangan :

1. Gigi poros nok masuk (*intake camshaft*

*gear*)

2. Gigi poros nok buang (*exhaust camshaft gear*)
3. Poros nok buang (*exhaust camshaft*)
4. Poros nok masuk (*intake camshaft*)

### 2.4. Tekanan Kompresi

Tujuan akhir kompresi motor bensin dan motor diesel tidak sama. Langkah kompresi motor bensin bertujuan menaikkan tekanan kompresi sehingga mencapai suhu mudah terbakar. Sedangkan tujuan akhir kompresi motor diesel adalah menaikkan tekanan kompresi sampai gas mampu membakar solar dengan sendirinya. Karena tujuan akhirnya berbeda maka tekanan kompresi motor diesel lebih tinggi dari pada tekanan kompresi motor bensin.

Tekanan kompresi sangat berpengaruh terhadap tenaga motor karena tekanan kompresi yang tidak mencukupi berakibat pembakaran bahan bakar kurang sempurna sehingga tenaga yang dihasilkan motor tidak maksimal.

Volume langkah torak dapat dicari dengan rumus :  $VL = 3,14/4 \cdot D^2 \cdot L \cdot Z$  (cc)

Dimana :

VL = Volume langkah total (cc) D =

Diameter silinder (cm)

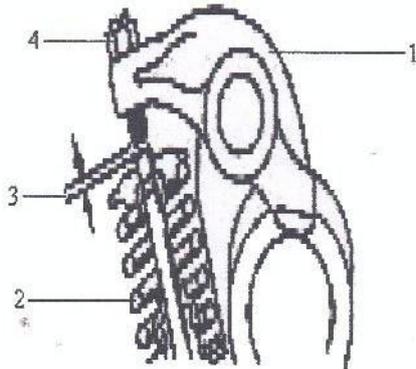
L = Langkah torak (cm) Z =

Jumlah silinder

Bagian – bagian yang menentukan besarnya tekanan kompresi adalah :

1. Kerapatan penutupan katup – katup
2. Ketepatan pembukaan dan penutupan katup – katup
3. Kerapatan ring piston
4. Kerapatan kepalasilinder
5. Kerapatan pemasangan busi
6. Volume ruang bakar
7. Banyaknya gas yang dikompresikan

Celah katup dapat dilihat dan terdapat pada mekanisme katup ( dari camshaft sampai katup ). Apabila tidak terdapat celah katup akan mengakibatkan katup tidak menutup saat mesin panas karena komponen – komponen mekanisme katup terjadi pemuaian. celah katup dapat dilihat pada gambar 2.16



Keterangan Gambar :

1. Rockerarm
2. Pegaskatup
3. Celahkatup
4. Bautpenyetel

**Gambar 2.13.**Celah katup

**Sumber :Toyota Step 2**

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan waktu

Penulis melaksanakan pengujian dan penelitian. 06 September 2016 di Left Pengujian Teknik Mesin Universitas Negeri Medan ( UNIMED ), Jln. Williem Iskandar, Pasar V Medan Estate Kec. Medan Tembung.

Adapun judul Penelitian ini adalah Pengaruh Celah Katup Terhadap Daya Mesin Pada Mobil Toyota Kijang Innova.

#### Bahan, Peralatan dan Metode

##### 3.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian adalah satu unit mobil Toyota Kijang Innova tahun 2015. Berikut data spesifikasi mobil yang diperoleh dari dealer Toyota (Auto 2000) :

**Tabel 3.1. Spesifikasi Mesin Toyota Kijang Innova**

No	Keterangan	Limit
1	Seri Mesin / Machine Serial	2 KD – FTV Lo
2	Tipe Mesin / Engine Type	4 – Cyl, In – Line, 16 valve, DOHC, VVT - i
3	Isi Silinder / Displacement (cc)	1998
4	Rasio kompresi	17.9 : 1
5	Intake Valve	0.20 mm
6	Exhaust valve	0.25 mm
4	Diameter x Langkah / Bore X Stroke (mm)	86 x 86
5	Daya Maksimum / Maximum Output (Ps/rpm)	136 / 5600
6	Torsi Maksimum / Maximum Totque (Kgm/rpm)	18.6 / 4000
7	Sistem Pemasukan Bahan Bakar / Fuel System	B EFI
8	Bahan Bakar / Fuel	Bensin

9	Kapasitas Tangki / Fuel capacity (liter)	55
10	Steering (Power Steering)	S

### 3. 2.1. Unit kendaraan kijang innova bensin



**Gambar 3.1: Mobil yang sedang diuji pada dynotest**



**Gambar 3.2: Melihat hasil dari monitor penunjuk hasil pengukuran daya**

### 3.3. Peralatan

Dalam penelitian yang penulis lakukan, peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran celah katup dan daya pada mobil Toyota Kijang Innova adalah sebagai berikut:

1. *Micrometer*
2. *Feelergauge*
3. *Tachometer*
4. *Dynotest* atau *Dynamometer*
5. Alat, kunci-kunci pendukung.

#### 3.3.1. Micrometer

Micrometer digunakan untuk mengukur tebal valve lifter, yang dimana alat ini bisa mengukur ketebalan valve lifter dengan pengukuran ketelitian sampai 0,01 mm.



**Gambar 3.1. Micrometer**

#### 3.3.2. Feelergauge

Feeler gauge berfungsi untuk mengukur celah antara lifter katup terhadap poros nok. *Feeler gauge* terdiri dari lembaran baja tipis yang memiliki ketebalan yaitu 0,05 mm sampai 1 mm. Nilai ketebalan tercantum pada tiaplembarannya.



**Gambar 3.3. Feeler gauge**

### 3.3.3. Tachometer

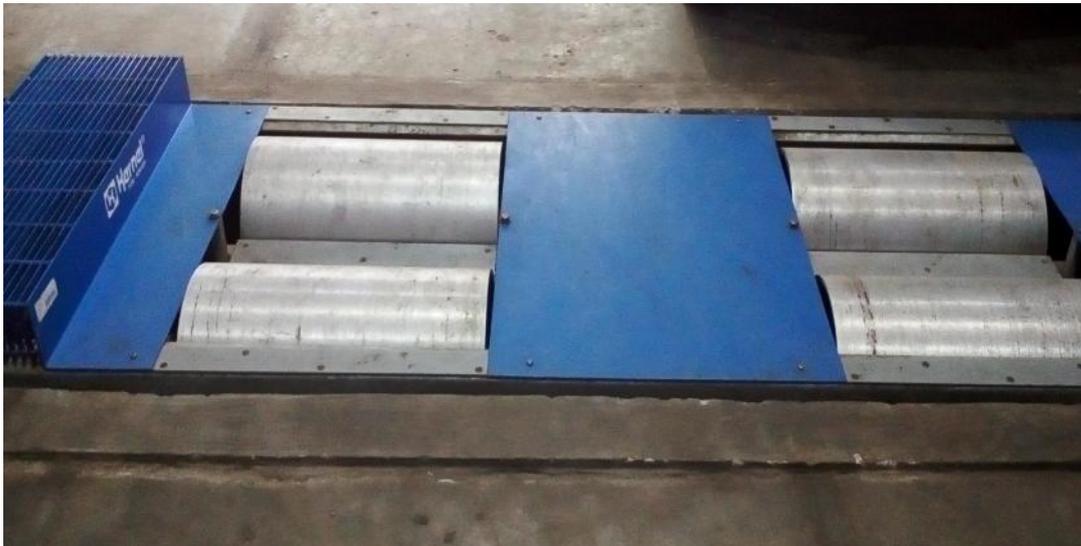
Tachometer berfungsi untuk mengukur kecepatan putaran mesin (RPM) dari poros engkol.



**Gambar 3.4.***Tachometer*

### 3.3.4. Dynotest ataudynamometer

Dynotest atau dinamometer digunakan untuk mengukur daya yang dihasilkan sebuah mesin. Cara pengukuran yaitu dengan menghubungkan alat tersebut dengan putaran mesin atau melalui putaran roda-roda.



**Gambar 3.5.** Dynotest



**Gambar 3.6. Monitor penunjuk hasil pengukuran daya**

**3.4. Alat, kunci-kunci pendukung**

Dalam melakukan pekerjaan penyetelan katup, diperlukan alat serta kunci-kunci. Adapun beberapa alat serta kunci pendukung tersebut seperti :

1. Obeng biasa kecil, untuk menekan valvelifter.
2. Kunci 19 shock atau 19 ring, untuk memutar pulley porosengkol.
3. Serta kunci-kunci yang mendukung untuk membuka komponen mekanisme penggerak katup.

**3.5. Form Data Rancangan**

Sebelum melaksanakan penelitian terlebih dahulu penulis melakukan rancangan kegiatan yang akan digunakan dalam penelitian. Adapun rancangan tersebut adalah :

1. Mempersiapkan segala hal yang mendukung untuk melaksanakan penelitian.
2. Menggunakan data-data yang dibutuhkan untuk pelaksanaan penelitian.
3. Menyiapkan tabel rancangan sebagai berikut:

**Tabel 3.1 Data – Data Hasil pengujian daya tanpa beban**

Celah katup (mm)		Putaran mesin (Rpm)	Daya mesin (KW)			
			1	2	3	rata-rata
Masuk (IN)	Buang (EX)					

....	....	....	...	...	...	....
			....	....	....	....
			....	....	....	....

### 3.5. Pelaksanaan penelitian

Dalam melaksanakan penelitian dapat dilakukan langkah - langkah sebagai berikut :

Pengukuran celah katup sebelum penyetelan :

1. Mesin dipanaskan dulu dandimatikan
2. Membuka tutup kepalasilinder.
3. Memeriksa celah katup di mana pemeriksaan celah katup mesin dalam kondisi dingin sesuai dengan peraturan spesifikasimesin.
  - a. Memastikan silinder no.1 pada titik mati atas (*TMA*) dengan memutar puli poros engkol searah jarum jam untuk meluruskan tanda timing pada puli poros engkol dengan tanda atau penunjuk pada tutup timingbelt.
  - b. Memeriksa celah katup yang bebas (*tidak menekan*) dengan menggunakan feeler gauge, kemudian penulis melakukan penyetelan katup antara lifter katup dannok.
  - c. Memutar kembali poros engkol satu putaran penuh searah jarum jam dan menset silinder 4 pada titik mati atas(*TMA*).
  - d. Memeriksa celah katup yang bebas kemudian melakukan seperti pada langkahb.
  - e. Menghidupkan mesin pada putaranlangsam
  - f. Menguji daya mesin ke *engine*

### *Dynamometer*

- g. Membaca daya dan Mengatur sudut penginjeksian sedemikian rupa sehingga di dapat beban tertinggi pada dynamometer.
- h. Menghidupkan pompa air dynamo meter lalu membuka kran pemasukan air dynamo meter agar tekanan air masuk sebesar  $2,5 \pm 0,5$  bar dengan posisi pengereman  $0^\circ$  dan putaran motor langsam(idle).
- i. Menaikkan putaran motor sampai 3000 rpm dengan kondisi tanpa beban ( $0^\circ$ ) dan melakukan pencatatan setelah keseimbangan tercapai.
- j. Mengulang langkah kedua sampai keenam sebanyak dua kali, setelah kondisi awal percobaan yang pertama sehingga didapatkan tiga kali data percobaan.

Adapun variabel penyetelan celah katup yang diukur dapat dijabarkan dengan data sebagai berikut :

**Tabel 3.3. Variabel percobaan celah katup**

No	Celah katup masuk (mm)	Celah katup buang (mm)
1	0,15	0,20
2	0,20	0,25
3	0,25	0,30

- a. Setelah pengukuran celah katup dilakukan, selanjutnya melakukan

- pengujian dayamesin.
- b. Memasang kembali semua komponen-komponen mekanisme penggerak katup sepertisemula.
  - c. Menempatkan kendaraan diatas dynotest pada posisi yang tepat, dan memastikan roda-roda kendaraan bersentuhan dengan baik pada alat dynotest.
  - d. Memasang alat pengaman pada kendaraan untuk memastikan keselamatan kerja telah terjaminaman.
  - e. Menghidupkan mesin dan menekan pedal gas hingga putaran mesin mencapai putaran yang diharapkan.
  - f. Memperhatikan monitor dari hasil pengujian dynotest lalu mencatat hasil yangditunjukkan.

### 3.6. Variabel yang diamati

Variabel yang diamati pada penelitian “Pengaruh celah katup terhadap daya mesin pada mobil Toyota Kijang Innova” adalah :

1. Celahkatup
2. Putaran mesin ( RPM)
3. Daya mesin ( KW)

### 3.7. Analisa hasil

Dalam penelitian tugas akhir ini penulis melakukan beberapa kali penyetelan terhadap celah katup dan menganalisa hasil, bahwa penyetelan katup yang tidak tepat sangat berpengaruh besar terhadap tenaga mesin. Dengan terlaksananya penyetelan ini tenaga mesin dapat memenuhi standard spesifikasi mesin, adapun hasil yang diperoleh peneliti adalah:

1. Celah katup yang terlalu rapat mengakibatkan mesin tidakbertenaga

2. Celah katup yang terlalu renggang mengakibatkan suara mesinkasar

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil penelitian

Mesin bensin yang diteliti oleh penulis adalah mesin Toyota Kijang Innova mesin 2KD-FTV.Untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik dan akurat maka penulis mengambil data spesifikasi dari dealer sebagai parameter untuk menentukan bahwa mesin sesuai denganstandard.

Peneliti melakukan pengukuran celah katup dengan celah yang berbeda pada mobil Toyota Kijang Innova, dengan kemudian melanjutkan penelitian terhadap daya yang mungkin dihasilkan oleh mesin itu untuk ukuran tertentu.

Adapun data – data hasil penelitian yang didapat dari hasil pengukurandan langkah – langkah dalam melaksanakan penelitian adalah sebagai berikut:

#### 4.1.1. Pengujian celah katup terhadap daya

Pengujian daya dilakukan dengan tiga tahap putaran mesin yaitu : 2000 rpm, 2500 rpm, dan 3000 rpm. Pada putaran yang sama juga dilakukan tiga kali pengujian. Dari berbagai putaran tersebut dapat dilihat hasil pengujian pada tabel berikut :

**Tabel 4.1. Hasil pengujian daya tanpa beban yang pertama**

Celah Katup (mm)		Putaran mesin (Rpm)	Daya mesin (KW)								
			1	2	3	rata-rata					
Masuk (IN)	Buang (EX)	2000	27	28	29	28,00					
0,15	0,20						2500	31	31	28	30,00
							3000	33	31	32	32,00

**Tabel 4.2. Hasil pengujian daya tanpa beban yang kedua**

Celah katup (mm)		Putaran mesin (Rpm)	Daya mesin (KW)								
			1	2	3	rata-rata					
Masuk (IN)	Buang (EX)	2000	26	26	26	26,00					
0,20	0,25						2500	34	34	34	34,00
							3000	38	38	38	38,00

**Tabel 4.3. Hasil pengujian daya tanpa beban yang ketiga**

Celah katup (mm)		Putaran mesin (Rpm)	Daya mesin (KW)								
			1	2	3	rata-rata					
Masuk (IN)	Buang (EX)	2000	24	25	23	24,00					
0,25	0,30						2500	30	30	30	30,00
							3000	38	34	36	36,00

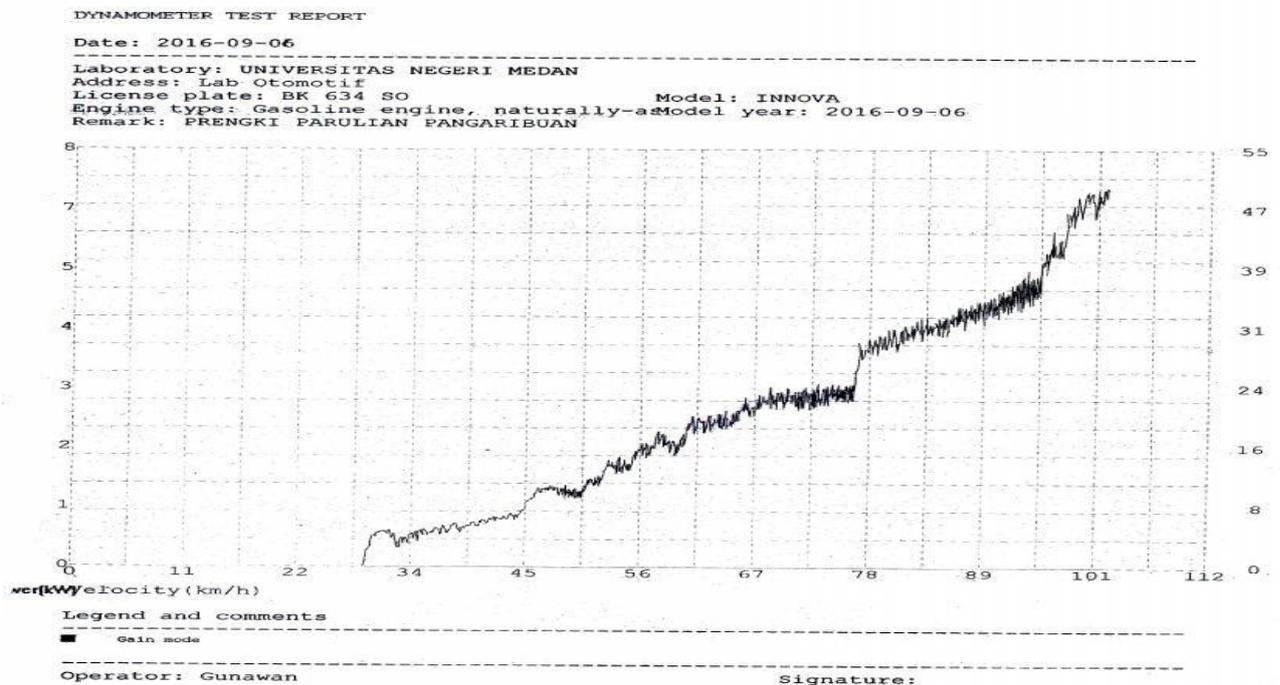
#### 4.1.2. Pembahasan

##### Daya mesin berkurang

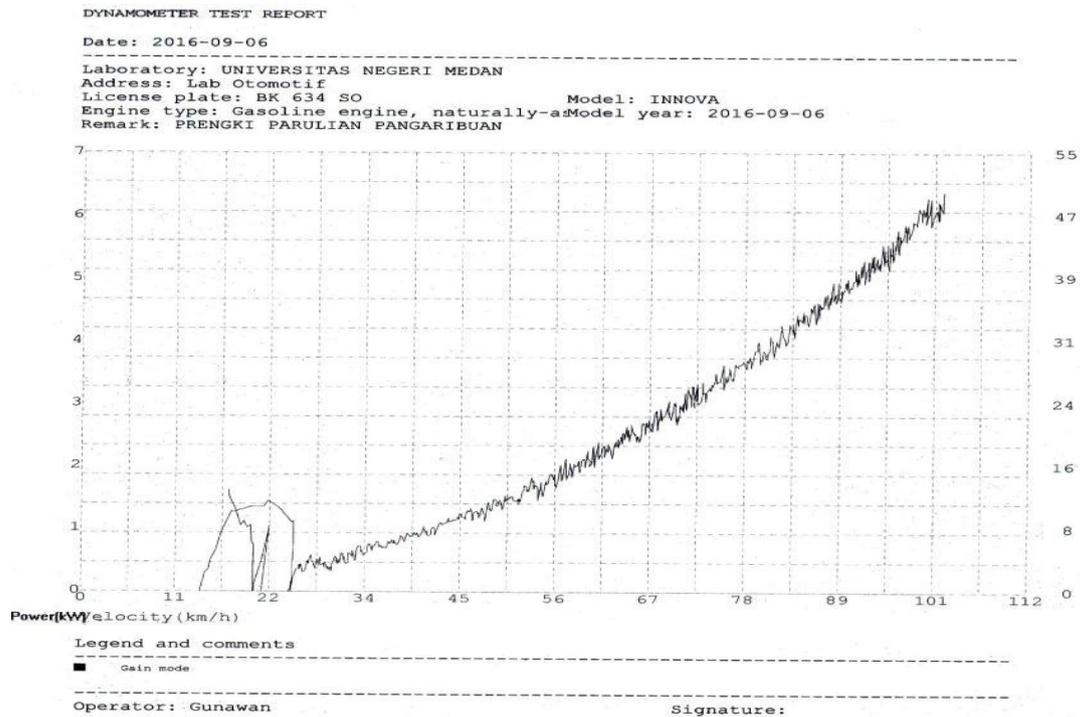
Daya mesin yang berkurang yang diakibatkan oleh celah katup yang tidak tepat, sehingga pembukaan dan penutupan

katup juga tidak tepat atau masa kerja katup yang tidak tepat. Tabel. 4.4. Grafik pembahasan hasil percobaan dengan celah katup

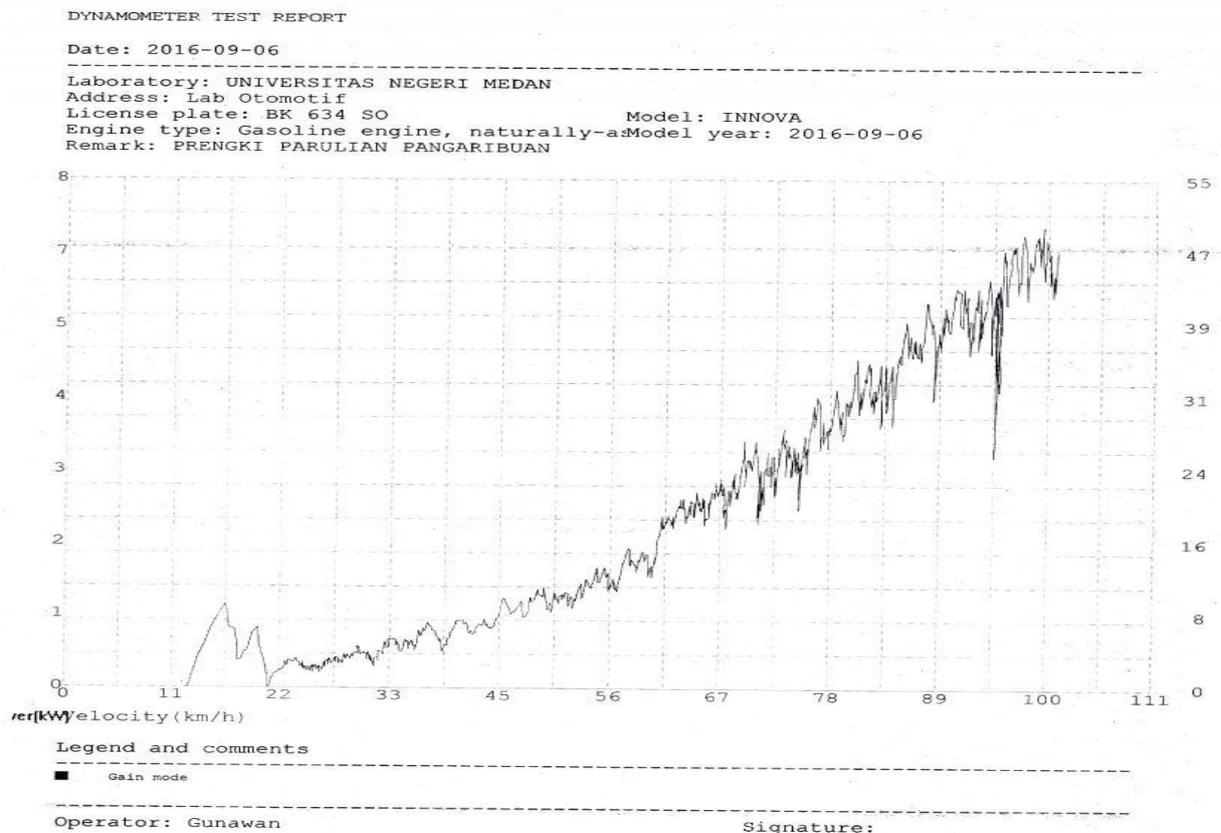
RPM	(IN) 0.15 – (EX) 0.20	(IN) 0.20 – (EX) 0.25	(IN) 0.25 – (EX) 0.30
2000	28	26	24
2500	30	34	30
3000	32	38	36



Gambar 4.1. Grafik hasil pengujian I dari table diatas pada (IN) 0.15 –(EX) 0.20 (EX) 20



Gambar 4.2. Grafik hasil pengujian II dari table diatas pada (IN) 20- (EX) 25



Gambar 4.3 Grafik hasil pengujian III dari table diatas pada (IN) 25 (EX) 30

## 4.2. Pembahasan

1. Pada tabel pengujian pertama celah katup masuk 0,15 mm dan katup buang 0,20 mm dan putaran mesin 3000 RPM menghasilkan daya sebesar 32,00 KW, pada keadaan ini daya yang dihasilkan belum memenuhi daya yang diharapkan, hal ini dikarenakan celah katup masuk yang terlalu rapat, akan menyebabkan katup membuka lebih awal dan menutupnya lebih lama. Berarti bukaan katupnya lebih lama sehingga udara yang masuk keruang bakar akan lebih banyak, semakin banyak udara yang masuk keruang bakar maka volume campuran udara dan bahan bakar yang dihasilkan semakin besar.
2. Pada tabel percobaan kedua celah katup masuk 0,20 mm dan katup buang 0,25 mm dan putaran mesin 3000 RPM menghasilkan daya sebesar 38,00 KW, pada percobaan ini daya yang dikeluarkan oleh mesin hampir mencapai tenaga yang maksimum, karena pada penyetulan celah katup sesuai dengan ukuran standard, dan pada proses pembakaran yang terjadi adalah normal.
3. Pada tabel percobaan ketiga celah katup masuk 0,25 mm dan katup buang 0,30 mm dan putaran mesin 3000 RPM menghasilkan daya sebesar 36,00 KW, disini jumlah udara yang dibutuhkan untuk pembakaran normal tetapi pada celah katup masuk terlalu renggang akan menyebabkan katup membuka lebih lambat dan menutupnya lebih awal berarti bukaan katupnya lebih singkat sehingga udara yang masuk keruang bakar lebih

sedikit. Semakin sedikit udara yang masuk keruang bakar maka volume campuran udara dan bahan bakar semakin kecil.

## 5. SIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan percobaan tersebut maka dapat dilihat seperti pada tabel bahwa pada ukuran celah katup akan mempengaruhi daya mesin. Daya mesin berkurang oleh karena celah katup yang belum disetel (*terlalu longgar atau terlalu renggang*), dalam hal ini daya mesin belum memenuhi spesifikasi. Ini dikarenakan campuran udara dan bahan bakar tidak sesuai dengan kebutuhan.

Bahan bakar bensin dapat terbakar dengan sempurna jika kebutuhan oksigennya dapat terpenuhi dengan baik. Bila kebutuhan oksigennya kurang maka sebagian dari bahan bakar tersebut tidak terbakar sehingga bahan bakar terbuang hanya berupa asap tebal. Tetapi jika jumlah oksigennya berlebihan juga tidak baik, karena akan menaikkan temperatur secara berlebihan sehingga mesin cepat panas.

Perbandingan campuran udara dan bahan bakar tersebut untuk tiap tingkat kecepatan putaran mesin tidak sama. Jika jumlah udara didalam campuran lebih banyak dari jumlah udara pada campuran normal dinamakan campuran kurus atau campuran miskin, tetapi bila jumlah udara didalam campuran lebih sedikit dari jumlah udara pada perbandingan normal dinamakan campuran gemuk atau kaya.

### Saran

Sesuai dengan hasil kesimpulan maka diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Agar memperoleh operasi mesin yang lancar dan daya tahan yang lama serta kemampuan yang optimal, maka diharapkan kepada pemilik kendaraan melakukan pemeliharaan secara berkala dan bertahap.
2. Pada penyetelan celah katup disarankan penyetelan setiap 10.000km.
3. Dalam melakukan penyetelan, pembersihan, pembongkaran, dan pemasangan komponen penggunaan alat yang tepat.

## **6. DATAR PUSTAKA**

1. Materi Pelajaran Engine Group, STEEP 2 : PT. TOYOTA – ASTRA MOTOR
2. Pedoman Reparasi Kijang Inova PT. Toyota – ASTRA MOTOR 2004
3. Training Manual, Engine Group, STEEP 2 : PT. TOYOTA –ASTRA MOTOR, Jakarta : 1994
4. Teknik Dasar-dasar Otomotif , PT. TOYOTA – ASTRA MOTOR, Solo 1997
5. <http://montirotomotif.blogspot.co.id/2015/09/sistem-kerja-mesin-bakar-bensin-dan.html>