



**ANALISIS MEKANISME KATUP , TROUBLE SHOOTING
DAN VARIASI CELAH KATUP MASUK TERHADAP
KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA ISUZU C190**

TUGAS AKHIR

Diajukan dalam rangka menyelesaikan Studi Diploma III

Untuk memperoleh gelar Ahli Madya

Disusun oleh:

Nama : Saifurrijal

NIM : 5250306010

Prodi : Teknik Mesin D3 Otomotif

Jurusan : Teknik Mesin

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2009**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini telah dipertahankan di hadapan sidang penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Pada hari :

Tanggal :

Pembimbing:

Dony Hidayat Al-janan, ST, MT
NIP: 131931833

Penguji II:

Drs. Suratno
NIP: 132314897

Penguji I:

Dony Hidayat Al-janan, ST, MT
NIP: 131931833

Ketua Jurusan,

Drs. Wirawan Sumbodo, MT
NIP: 131876223

Ketua Program Studi,

Samsudin Anis, ST, MT
NIP: 132303194

Dekan,

Drs. Abdurrahman, M.Pd
NIP: 131476651

ABSTRAK

Saifurrijal. 2009. ANALISIS SISTEM MEKANISME KATUP, TROUBLESHOOTING DAN VARIASI CELAH KATUP MASUK TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA ISUZU C190. Tugas Akhir. Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.

Mekanisme katup pada Isuzu C190 ini menggunakan tipe OHV (*Over Head Valve*) yang digerakkan oleh *timing gear*. Komponen mekanismenya antara lain : katup (*valve*), kedudukan katup, penghantar katup (*valve guide*), pelatuk (*rocker arm*), pegas katup (*valve spring*), pengangkat katup (*valve lifter*), poros nok (*cam shaft*), batang penekan (*push rod*).

Variasi celah katup masuk mempengaruhi besar sudut *overlapping* dan banyaknya udara yang dihisap kedalam silinder sehingga akan mempengaruhi efisiensi volumetrik dan tekanan kompresi sehingga akan berakibat pada konsumsi bahan bakar dan putaran mesin. Untuk mengetahui perubahan konsumsi bahan bakar akibat celah katup masuk yang bervariasi maka dilakukan penelitian dengan metode percobaan (*experiment*). Percobaan dilakukan dengan penyetelan celah katup masuk antara 0.2 mm; 0.3 mm; 0.4 mm; 0.5 mm; 0.6 mm, dengan dilakukan pengulangan percobaan sebanyak tiga kali pada tiap celah katup yang berbeda. Besar sudut pembukaan katup masuk pada Isuzu C190 pada penelitian ini adalah 5° sebelum TMA, dan menutup 40° setelah TMB. Sedangkan katup buang membuka 42° sebelum TMB dan menutup 9° setelah TMA.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan konsumsi bahan bakar seiring dengan variasi penyetelan celah katup masuk. Konsumsi bahan bakar tertinggi dihasilkan pada celah katup 0.2 mm, sedangkan konsumsi bahan bakar terendah dihasilkan pada celah katup 0.6 mm. penyetelan celah katup masuk yang lebih rapat mengakibatkan konsumsi bahan bakar dan putaran mesin yang cenderung meningkat. Saran, sebaiknya penyetelan celah katup masuk harus sesuai dengan spesifikasi mesin agar pada kondisi mesin tertentu diharapkan kemampuan mesin tetap terjaga.

Komponen mekanisme katup yang rusak atau aus akan mempengaruhi kinerja mesin. Perbaikan dapat dilakukan dengan mengetahui komponen yang rusak dan cara memperbaikinya. Kerusakan yang sering terjadi pada mekanisme katup antara lain: celah katup yang terlalu rapat cara mengatasinya dengan melakukan penyetelan ulang celah katup, tegangan pegas katup lemah cara mengatasinya dengan melakukan pergantian pegas katup, persinggungan katup dan kedudukan katup tidak rapat cara mengatasinya dengan melakukan penyekuran,

Perawatan berkala perlu dilakukan untuk menghindari komponen-komponen mekanisme katup dari kerusakan dan keausan agar performa mesin dapat terjaga dalam waktu yang lama.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Jangan pernah putus asa untuk meraih suatu tujuan.
2. Kesulitan bukanlah rintangan, tetapi jadikanlah sebagai suatu latihan yang akan menjadikan kita lebih baik dihari depan.
3. Orang yang baik bukanlah orang yang tidak pernah salah, tetapi orang yang sanggup memperbaiki dirinya dari kesalahan-kesalahan yang ada.
4. Jadikanlah kegagalan hari ini untuk memperbaiki kesalahan dikemudian hari.

PERSEMBAHAN

1. Bapak dan Ibu tercinta
2. Adik tersayang
3. Teman-teman senasip-seperjuangan di
D3 Teknik mesin
4. Teman-teman di CRC dan HIMPRO
Teknik Mesin
5. Kepada semua yang telah membantu
sehingga terselesaikannya laporan ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan tugas akhir dan dapat menyelesaikan laporan dengan judul “ANALISIS MEKANISME KATUP, TROUBLESHOOTING DAN VARIASI CELAH KATUP MASUK TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA ISUZU C190”.

Pelaksanaan pembuatan Tugas Akhir dan penyusunan laporan selesai dengan baik atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Abdurahman, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
2. Drs. Wirawan Sumbodo, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
3. Samsudin Anis, ST, MT. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin DIII
4. Wahyu Ady Priyo Kuncahyo, ST. selaku pembimbing lapangan pembuatan Tugas Akhir.
5. Dony Hidayat Al-janan, ST, MT. selaku pembimbing yang penuh dengan kesabaran dan petunjuknya telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
6. Rekan-rekan yang telah membantu dalam pengambilan data dan dalam penulisan yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin sesuai dengan kemampuan yang dimiliki dalam penyusunan laporan ini. Penulis sangat berharap adanya saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Akhirnya dengan segala kerendahan hati penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat, baik pada penulis maupun pada pembaca.

Semarang, Agustus 2009

Penulis,

Saifurrijal



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Permasalahan.....	3
C. Tujuan.....	3
D. Manfaat.....	4
BAB II ANALISIS SISTEM MEKANISME KATUP, TROUBLESHOOTING DAN VARIASI CELAH KATUP MASUK TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA ISUZU C190.....	5
A. Dasar Teori.....	5
1. Prinsip Kerja Motor Diesel 4 Langkah.....	5
2. Efisiensi Volumetrik.....	9

3. Putaran Mesin.....	10
4. Mekanisme Katup.....	10
5. Metode Menggerakkan Katup.....	13
B. Mekanisme Katup pada Isuzu C190.....	15
1. Komponen-komponen Mekanisme Katup Isuzu C190.....	16
2. Celah Katup.....	23
3. Masa kerja Katup (<i>Valve Timing</i>).....	24
C. Mencari Sudut Overlapping	28
D. Variasi Celah Katup Hisap Terhadap Konsumsi Bahan Bakar.....	32
1. Persiapan dan Persiapan Penelitian.....	32
2. Hasil Penelitian.....	37
E. Troubleshooting pada Mekanisme Katup Isuzu C190 dan Cara Mengatasinya.....	44
BAB III PENUTUP.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Siklus motor diesel 4 langkah.....	5
Gambar 2. Langkah hisap.....	6
Gambar 3. Langkah kompresi.....	10
Gambar 4. Langkah kerja.....	8
Gambar 5. Langkah buang.....	9
Gambar 6. Tipe OHV.....	11
Gambar 7. Komponen mekanisme katup tipe OHV.....	11
Gambar 8. Tipe DOHC.....	12
Gambar 9. Tipe SOHC.....	12
Gambar 10. <i>Timing gear</i>	13
Gambar 11. <i>Timing belt</i>	14
Gambar 12. Model <i>Timing gear</i>	15
Gambar 13. Katup.....	16
Gambar 14. Dudukan katup.....	17
Gambar 15. Penghantar katup.....	18
Gambar 16. Pegas katup.....	19
Gambar 17. <i>Valve lifter</i>	21
Gambar 18. Poros nok.....	21
Gambar 19. Bubungan untuk masa kerja singkat.....	22
Gambar 20. Bubungan untuk masa kerja lama.....	22
Gambar 21. <i>Push rod</i> (Batang Penekan).....	23

Gambar 22. Celah katup.....	24
Gambar 23. Diagram pembukaan dan penutupan katup.....	25
Gambar 24. Diagram katup buang dan katup masuk.....	26
Gambar 25. Bubungan untuk kecepatan rendah.....	27
Gambar 26. Bubungan untuk kecepatan tinggi.....	27
Gambar 27. Penyetelan <i>dial indikator</i>	29
Gambar 28. Pencarian sudut pembukaan dan penutupan katup	29
Gambar 29. Diagram Katup	30
Gambar 30. Grafik variasi celah katup masuk terhadap putaran mesin	40
Gambar 31. Grafik variasi celah katup masuk terhadap konsumsi bahan bakar.....	41
Gambar 32. Diagram pengaruh celah katup masuk terhadap konsumsi bahan bakar.....	41
Gambar 33. Penyetelan celah katup	45
Gambar 34. Keausan penghantar katup	45
Gambar 35. Keausan katup	46
Gambar 36. Pengukuran tegangan katup	46
Gambar 37. Tinggi nok (<i>cam</i>).....	47
Gambar 38. Persinggungan katup	48
Gambar 39. Menggerinda dudukan katup	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data hasil penelitian.....	37
Tabel 2. Data konsumsi bahan bakar militer per detik.....	39
Tabel 3. Gangguan yang terjadi dan cara mengatasi pada mekanisme katup.....	48



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi penelitian.....	54
Lampiran 2. Dokumentasi alat Tugas akhir.....	55
Lampiran 3. <i>Standar operational procedure</i> pemeriksaan dan penggantian komponen mekanisme katup Isuzu C190.....	56



BAB I

PENDAHULUAN

I. Latar belakang

Daya mesin dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya adalah proses pembakaran di ruang bakar. Faktor-faktor yang mempengaruhi sempurna proses pembakaran di ruang bakar pada motor diesel antara lain: kualitas bahan bakar, tekanan udara yang masuk ke ruang bakar, temperatur udara yang masuk ke ruang bakar, tekanan kompresi, perbandingan kompresi, dan putaran mesin. Udara masuk ke ruang bakar kemudian dikompresi sampai tekanan dan temperaturnya naik. Bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang bakar mendekati akhir langkah kompresi melalui *nozzle* pompa injeksi dan bahan bakar akan terbakar dengan sendirinya akibat temperatur yang tinggi di ruang bakar.

Suatu mesin empat langkah dapat mengisap udara pada kondisi isapnya sebanyak volume langkah pistonnya untuk setiap langkah isap. Namun hal tersebut tidak terjadi dalam keadaan sebenarnya. Perbandingan antara jumlah udara yang terisap dalam keadaan yang sebenarnya terhadap jumlah udara yang terisap dalam keadaan yang ideal disebut efisiensi volumetrik. Jika semakin banyak udara yang masuk ke dalam silinder maka harga dari efisiensi volumetrik semakin besar.

Hal-hal yang mempengaruhi efisiensi volumetrik pada motor diesel diantaranya kecepatan udara yang masuk ke ruang bakar melalui katup masuk dan juga besarnya sudut *overlapping*. *Overlapping* yaitu waktu keadaan dimana

katup buang belum menutup penuh tetapi katup masuk sudah mulai membuka. *Overlapping* diperlukan supaya gas buang dapat keluar dari dalam silinder dengan lebih baik, juga untuk mendinginkan dinding silinder agar udara dapat dimasukkan dalam jumlah yang lebih banyak. Jika *overlapping* semakin besar sudutnya maka efisiensi volumetriknya semakin tinggi dan begitu juga sebaliknya. *Overlapping* itu sendiri dipengaruhi oleh besarnya celah katup masuk dan celah katup buang.

Kepala silinder motor diesel dilengkapi dengan mekanisme katup. Katup yang dipasang pada kepala silinder terdiri dari katup masuk dan katup buang. Katup masuk adalah katup yang digunakan untuk membuka dan menutup saluran masuk sehingga yang menentukan banyaknya udara yang masuk ke ruang bakar adalah besarnya celah katup masuk. Jika celah katup masuk disetel rapat maka katup akan membuka lebih awal dan menutupnya lebih lama yang artinya seluruh langkah isap mendapat laluan katup penuh sehingga pengisapan membutuhkan kerja lebih sedikit dan ruang bakar dapat diisi dengan udara yang lebih banyak (efisiensi volumetriknya tinggi),

Katup masuk adalah katup yang digunakan untuk membuka dan menutup saluran hisap sehingga udara dari luar dapat masuk kedalam silinder.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik untuk mengambil judul “ANALISIS MEKANISME KATUP, TROUBLE SHOOTING DAN VARIASI CELAH KATUP MASUK TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA ISUZU C190”.

II. Permasalahan

Permasalahan yang perlu diperhatikan dalam mekanisme katup pada Isuzu C190 adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana komponen-komponen sistem mekanisme katup Isuzu C190.
2. Berapa besar sudut pembukaan dan penutupan katup pada Isuzu C190.
3. Bagaimana konsumsi bahan bakar jika celah katup masuk Isuzu C190 dibuat tidak standar.
4. Bagaimana mengindikasikan apabila terjadi gangguan pada sistem mekanisme katup Isuzu C190 dan cara mengatasinya.

III. Tujuan

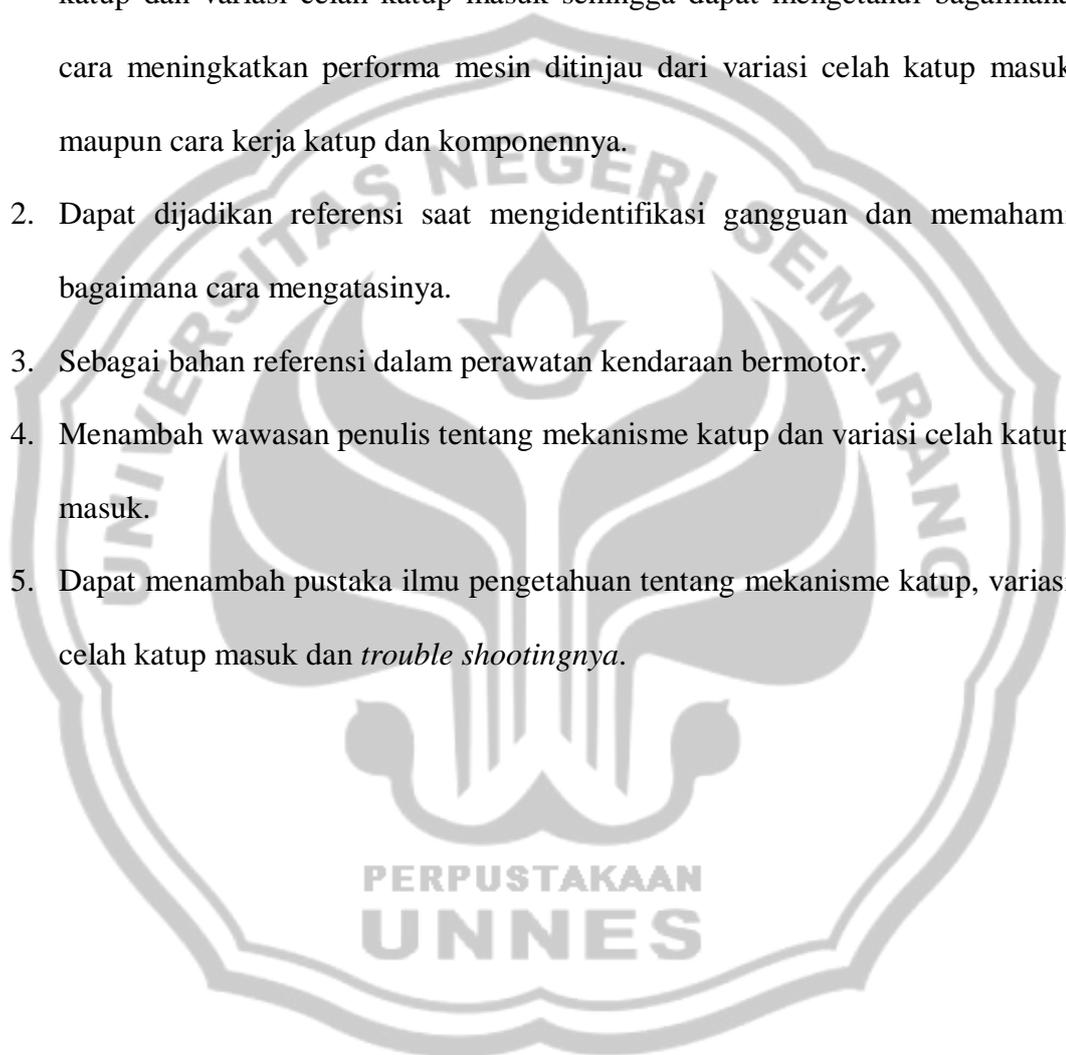
Tujuan yang ingin dicapai penulis dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah:

1. Menjelaskan komponen-komponen sistem mekanisme katup Isuzu C190.
2. Mengetahui besar sudut pembukaan dan penutupan katup pada Isuzu C190.
3. Mengetahui konsumsi bahan bakar jika celah katup masuk dibuat tidak standar.
4. Menganalisis gangguan yang terjadi pada sistem mekanisme katup Isuzu C190 dan cara mengatasinya.

IV. Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah:

1. Dapat dijadikan bahan masukan dan pembelajaran mengenai mekanisme katup dan variasi celah katup masuk sehingga dapat mengetahui bagaimana cara meningkatkan performa mesin ditinjau dari variasi celah katup masuk maupun cara kerja katup dan komponennya.
2. Dapat dijadikan referensi saat mengidentifikasi gangguan dan memahami bagaimana cara mengatasinya.
3. Sebagai bahan referensi dalam perawatan kendaraan bermotor.
4. Menambah wawasan penulis tentang mekanisme katup dan variasi celah katup masuk.
5. Dapat menambah pustaka ilmu pengetahuan tentang mekanisme katup, variasi celah katup masuk dan *trouble shootingnya*.



BAB II

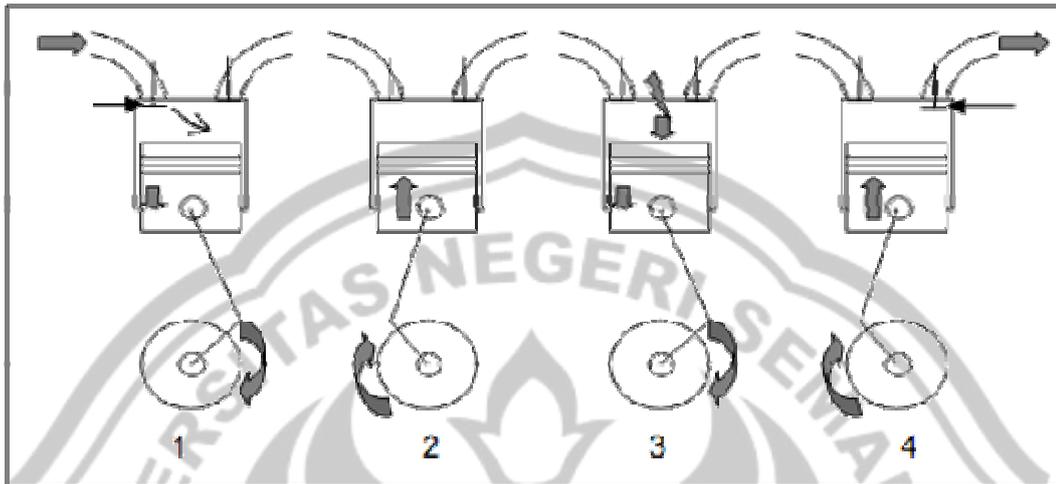
ANALISIS MEKANISME KATUP, TROUBLE SHOOTING DAN VARIASI CELAH KATUP MASUK TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA ISUZU C190

A. Dasar Teori

1. Prinsip Kerja Motor Diesel 4 Langkah

Motor diesel disebut juga dengan motor penyalaan kompresi (*compression ignition engine*), karena penyalannya mengandalkan tekanan dan temperatur yang naik akibat udara yang dikompresikan pada ruang bakar sehingga apabila bahan bakar diinjeksikan berbentuk butiran-butiran halus pada ruang bakar yang mempunyai tekanan dan temperature tinggi itu akan langsung bercampur dengan udara dan terjadi pembakaran. Gas pembakaran yang dihasilkan akan mendorong piston kebawah dan selanjutnya dengan perantaraan *connecting rod*, gerakan tersebut diubah dan diteruskan ke poros engkol menjadi gerakan berputar. Kepala silinder *mempunyai* katup masuk dan katup buang. Katup masuk berfungsi untuk memasukkan udara murni kedalam silinder, sedangkan katup buang berfungsi untuk mengeluarkan gas bekas hasil pembakaran yang tidak terpakai. Suatu motor bakar disebut motor empat langkah (*four-stroke engine*) karena dalam satu proses kerja atau menghasilkan tenaga memerlukan empat kali langkah torak dalam dua kali putaran poros engkol. Empat langkah torak yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha dan langkah buang.

Pada motor 4 langkah terdapat mekanisme katup yang berfungsi untuk mengatur keluar masuknya udara pada silinder. Siklus Diesel 4 langkah terdiri dari:

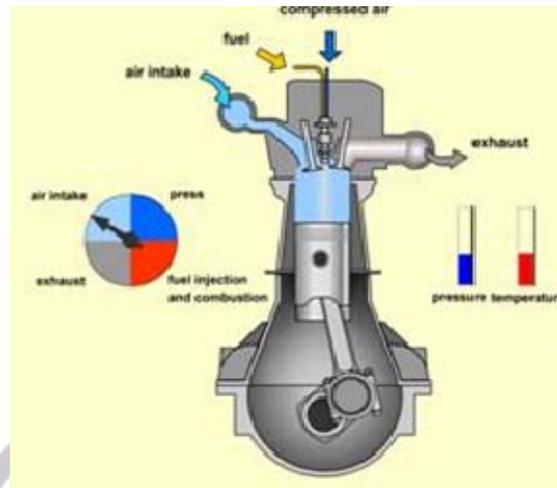


Gambar 1. Siklus motor diesel 4 langkah

Keterangan:

1. Langkah hisap
 2. Langkah kompresi
 3. Langkah kerja
 4. Langkah buang
- a. Langkah hisap (*Intake Stroke*)

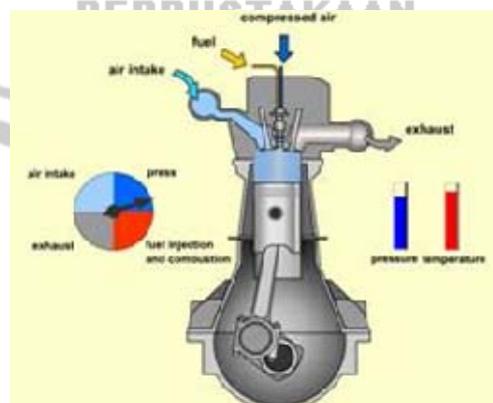
Langkah hisap adalah langkah menghisap udara masuk keruang bakar, pada saat ini katup hisap dalam keadaan terbuka dan katup buang dalam keadaan tertutup, piston bergerak dari titik mati atas (TMA) bergerak menuju titik mati bawah (TMB). Gerakan piston ini mengakibatkan kevakuman didalam ruang bakar sehingga udara luar dapat terhisap masuk keruang bakar.



Gambar 2. Langkah hisap

b. Langkah kompresi (*Compression Stroke*)

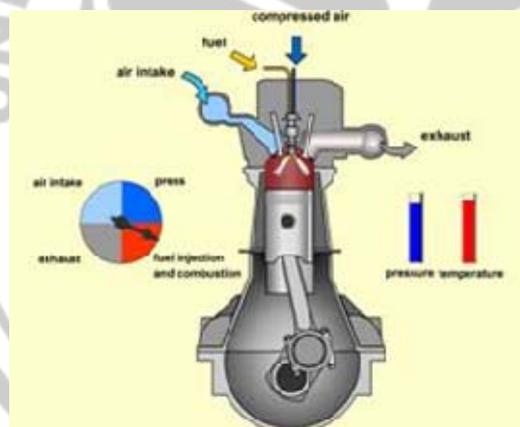
Langkah kompresi adalah langkah dimana udara mampatkan atau ditekan di dalam silinder. Pada saat ini kedua katup dalam keadaan tertutup dan torak bergerak dari TMB ke TMA, hal tersebut mengakibatkan ruang bakar mengecil dan terjadi pemampatan udara sehingga membuat tekanan dan temperatur udara di dalam silinder naik sampai tekanan $\pm 25 - 40 \text{ kg/cm}^2$ dan temperatur 550°C sampai diinjeksikan bahan bakar dan terjadi pembakaran. Poros engkol sudah berputar satu kali saat torak mencapai TMA.



Gambar 3. Langkah kompresi

c. Langkah kerja (*Power Stroke*)

Langkah kerja adalah langkah dihasilkannya kerja dari energi pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder. Posisi kedua katup tertutup, beberapa saat sebelum torak mencapai TMA pompa injeksi menginjeksikan bahan bakar pada udara yang telah dikompresi dan terjadi pembakaran. Terjadinya pembakaran menyebabkan gas didalam silinder mengembang, tekanan dan temperatur naik. Tekanan pembakaran mendorong torak bergerak ke TMB, torak yang terdorong kuat kebawah mendorong *connecting rod* dan *crankshaft*, kemudian *crankshaft* merubahnya menjadi gerak putar sehingga timbul kerja, gerakan inilah yang dimanfaatkan menjadi tenaga motor.

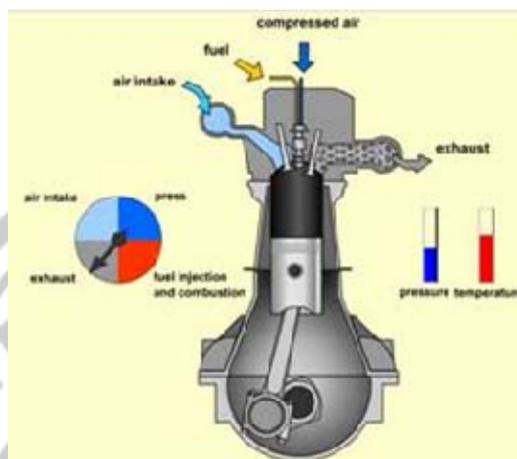


Gambar 4. Langkah kerja

d. Langkah Buang (*Exhaust Stroke*)

Langkah buang adalah langkah dimana gas sisa pembakaran dikeluarkan dari silinder. katup hisap tertutup dan katup buang mulai terbuka saat beberapa saat sebelum piston mencapai TMB, saat ini sangat tepat untuk memulai langkah pembuangan karena udara yang bertemperatur dan tekanan tinggi ini akan

sangat mudah untuk segera keluar dari ruang bakar. Kemudian piston bergerak ke TMA mendorong udara hasil pembakaran agar keseluruhan dapat keluar dari ruang bakar.



Gambar 5. Langkah buang

2. Efisiensi volumetrik

Secara teoritis jumlah udara yang dihisap kedalam ruang bakar pada saat langkah hisap sama dengan langkah torak, sedangkan volume yang seharusnya menempati silinder dan ruang bakar lebih besar dari volume yang dihisap, jadi bisa dikatakan *efisiensi volumetric* tanpa ada tambahan suatu komponen yang bisa memacu pengisian efisiensinya di bawah 100%, sedangkan pada kenyataan sebenarnya terdapat penyimpangan yang menyebabkan volume campuran gas yang masuk ke dalam silinder lebih kecil volume dari langkah torak. Penyimpangan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor seperti tekanan udara, temperatur udara, sisa gas bekas, panjang saluran dan bentuk saluran. Hal-hal tersebut biasa disebut *intake lag*. Besarnya campuran gas yang masuk ke dalam silinder dapat dinyatakan dalam suatu angka perbandingan antara volume campuran gas yang masuk dengan jumlah volume langkah torak dan ruang bakar.

Angka perbandingan ini selanjutnya memperlihatkan efisiensi pada volume campuran gas yang masuk kedalam silinder dan ini disebut *efisiensi volumetric*.

(Sumber: *Step 2 Engine Group*, 1995: 1-2)

3. Putaran mesin

Putaran mesin adalah besarnya gerak putar atau keliling poros engkol yang diukur dalam rpm, dengan menggunakan alat ukur *tachometer*. Gerak putar ini terjadi akibat adanya gas hasil pembakaran yang mendorong torak ke bawah. Dengan perantara *connecting rod* gerakan tersebut diubah dan diteruskan ke poros engkol menjadi gerak putar. Putaran mesin sangat ditentukan oleh kualitas pembakaran. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses pembakaran di dalam silinder pada motor diesel antara lain : kualitas bahan bakar, tekanan udara masuk, temperatur udara masuk, efisiensi volumetrik, tekanan kompresi, perbandingan kompresi dan kecepatan motor.

4. Mekanisme katup

Mekanisme penggerak katup digunakan untuk menunjukkan kombinasi dari seluruh bagian yang mengendalikan udara dan pengeluaran gas buang dari dalam mesin empat langkah. Ditinjau dari penempatan *cam* berikut porosnya, sistem mekanisme katup dapat dibedakan menjadi dua tipe OHV dan OHC.

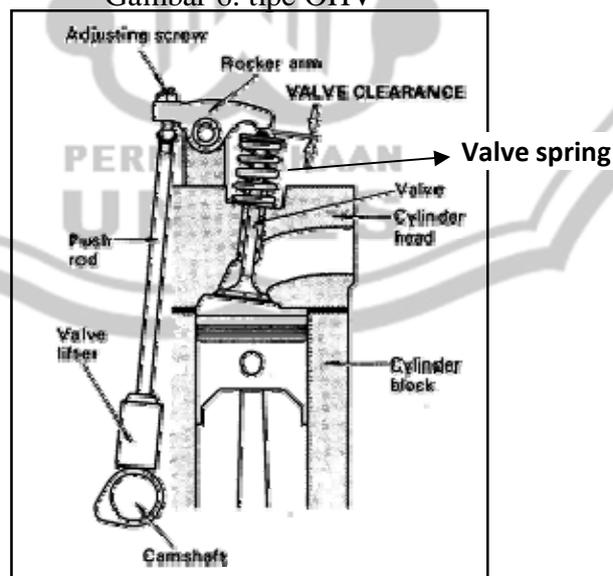
a. Tipe *Over Head Valve* (OHV)

OHV artinya letak pemasangan kedua katupnya terdapat pada cylinder head sedangkan camshaft ditempatkan pada *cylinder block*. Untuk menggerakkan katup tersebut, dibutuhkan beberapa alat bantu seperti *valve lifter*, *push rod*, *rocker arm* dan lain-lain. Penghubung antara *crankshaft* dengan *camshaft* pada

tipe ini menggunakan model *timing gear* maupun *timing chain*. Cara kerja mekanisme katup tipe OHV adalah dengan bergerakinya poros engkol memutar *timing gear* menggerakkan poros nok. Poros nok akan mendorong *lifter* dan *pushrod* keatas, kemudian *push rod* akan mendorong *rocker arm* dan *rocker arm* mendorong katup sehingga katup dapat terbuka. Agar kinerja mesin lebih efisien, katup-katup dapat menutup sempurna, maka antar *rocker arm* dan batang katup diberi celah bebas yang berfungsi sebagai celah pelarian pengembangan logam sewaktu katup dalam keadaan panas.



Gambar 6. tipe OHV



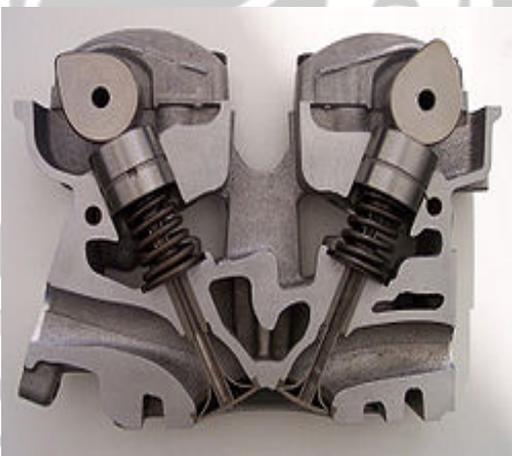
Gambar 7. Komponen mekanisme katup tipe OHV

b. Tipe Over Head Camshaft (OHC)

Poros nok dimana letaknya berada pada kepala silinder. Ada dua jenis tipe poros nok yang letaknya berada pada kepala silinder yaitu *Single Over Head Camsafht* [SOHC] /satu poros nok dan *Double Over Head Camsafht* [DOHC] / dua poros nok. Pada model ini diperlukan perangkat yang lebih sederhana dari pada model OHV dimana poros nok langsung ke *rocker arm* lalu ke katup atau bahkan ada yang langsung dari poros nok lalu menggerakkan katup tanpa pelatuk (memakai *adjusting shim*). Pada model ini tidak banyak memerlukan alat bantu sehingga cocok untuk putaran poros nok lebih tinggi serta menjamin ketepatan pembukaan dan penutupan katup. Untuk tipe OHC penghubung antara *crankshaft* dengan *camshaft* bisa menggunakan *model timing chain* maupun *timing belt*. Tipe DOHC modelnya kebanyakan menggunakan *timing belt*.



Gambar 8. Tipe DOHC



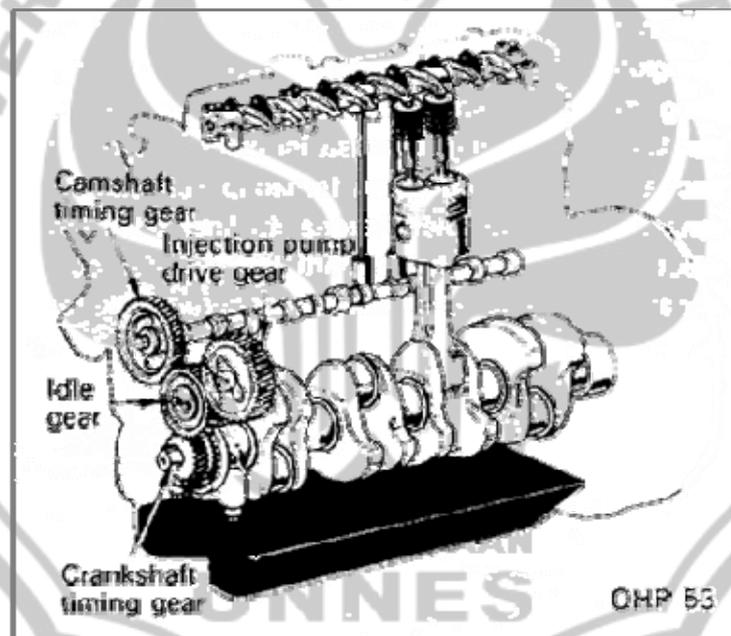
Gambar 9. Tipe SOHC

5. Metode Menggerakkan Katup

Sumbu nok pada motor diesel digerakan oleh poros engkol dengan beberapa model antara lain: *timing gear*, *timing chain* dan *timing belt*.

a. Model *Timing Gear*

Crankshaft timing gear ke *driver gear* pompa injeksi melalui *idle gear*. Pada sebagian mesin diesel, *crankshaft timing gear* memutar *camshaft timing gear* secara langsung. *Timing gear* mempunyai *timing mark* (tanda) agar pemasangannya dapat dilakukan dengan tepat, dengan mengikuti tanda yang ada. *Timing gear* dibuat dari baja karbon atau baja khusus lainnya dengan pengerasan pada permukaannya setelah machining. Roda-roda giginya dibuat dengan bentuk *helical gear teeth* dan bersinggungan secara halus sehingga suaranya rendah. (Sumber: *New Step 1 Training Manual*,1996: 3-84)



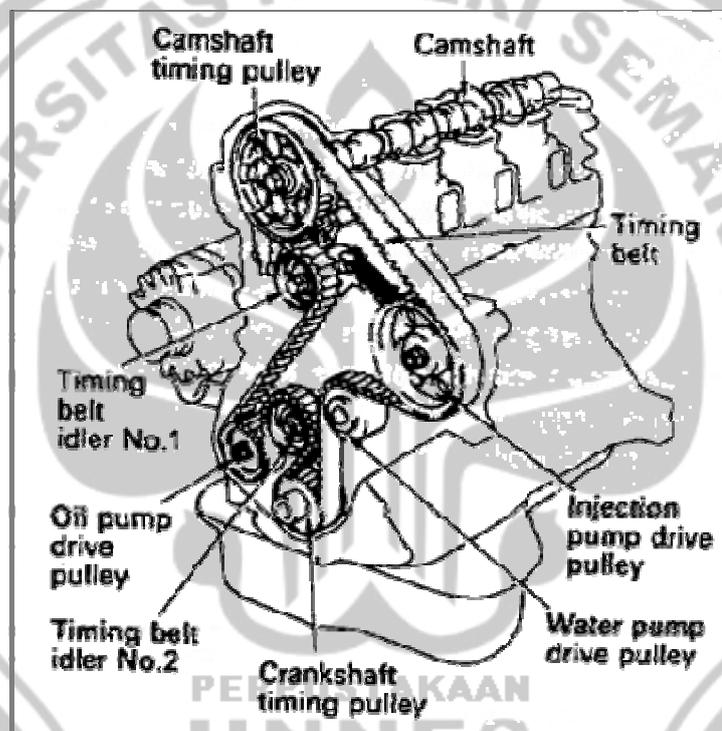
Gambar 10. *Timing gear*

(Sumber: *New Step 1 Training Manual*,1996: 3-84)

b. Model *Timing belt*

Timing belt terbuat dari karet tahan panas dengan inti yang kuat dan tidak elastis. Gigi-giginya dilapisi dengan kanvas tahan gesekan. Kekerasan

timing belt disetel dengan *timing belt idler no.1* dan kekerasan awalnya ditentukan oleh kekuatan *tensioner spring*. *Timing belt* dibuktikan dapat bertahan dengan jarak tempuh 100.000 km atau lebih. Sebagian kendaraan dilengkapi dengan indikator yang akan menyala setelah jarak tersebut untuk memperingatkan pengemudi bahwa sudah saatnya penggantian *timing belt*. Kelebihan lainnya *timing belt* lebih ringan dibanding dengan model lainnya. (Sumber: *New Step 1 Training Manual*,1996: 3-85)



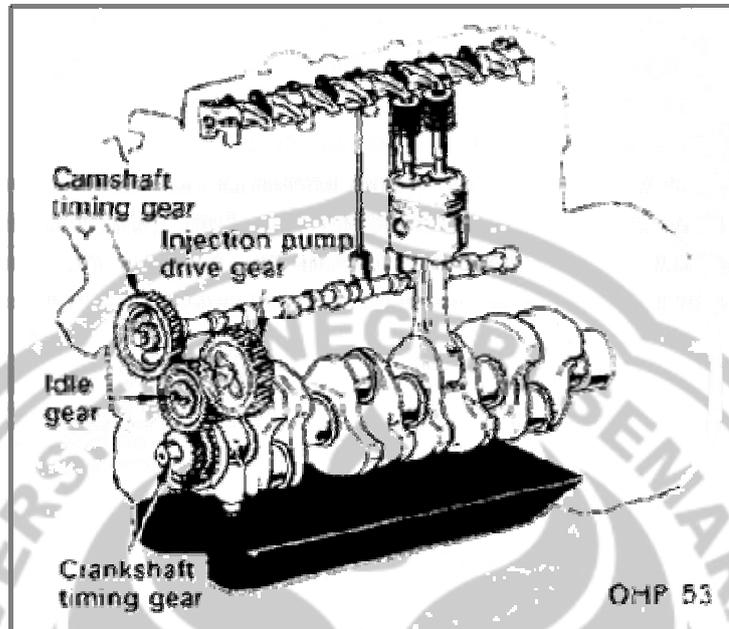
Gambar 11. *Timing belt*

(Sumber: *New Step 1 Training Manual*,1996: 3-85)

B. Mekanisme Katup pada Isuzu C190

Isuzu C190 ini memiliki empat silinder dengan delapan katup yaitu empat katup masuk (*intake valve*) dan empat katup buang (*exhaust valve*).

Pada Isuzu C190 ini memakai jenis katup tipe OHV (*Over Head Valve*) yang digerakkan dengan *timing gear*.

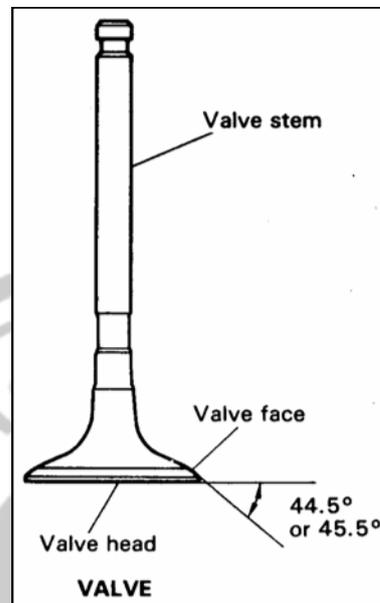


Gambar 12. Model *Timing Gear*

1. Komponen-komponen dan Mekanisme Pengerak Katup Isuzu C190
 - a. Katup (*Valve*)

Katup adalah suatu alat dinamis yang terbuat dari logam yang tahan suhu tinggi yang terpasang pada kepala silinder. Katup yang dipasang pada kepala silinder terdiri dari katup masuk dan katup buang. Katup masuk adalah katup yang digunakan untuk membuka dan menutup saluran masuk sehingga udara dapat masuk ke dalam silinder, sedang katup buang adalah katup yang digunakan untuk membuka dan menutup saluran pembuangan sehingga gas bekas pembakaran dapat terbang keluar dari dalam ruang bakar. Setiap silinder mempunyai satu katup masuk dan satu katup buang, namun demikian ada juga mobil dengan empat buah katup pada setiap silindernya. Bagian katup yang berimpitan disebut

permukaan katup (*valve face*), permukaan katup dibuat miring sesuai dengan kemiringan dudukan katup.



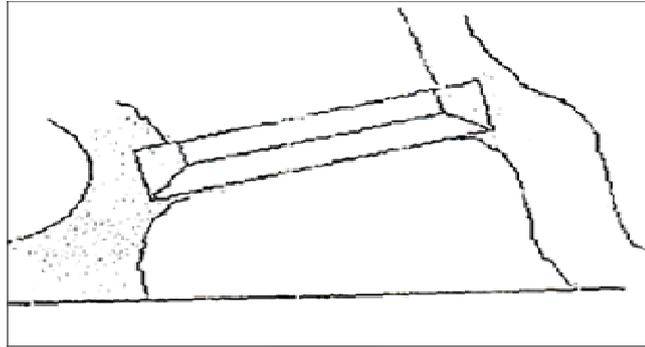
Gambar 13. Katup

(Sumber: *Isuzu Training Center*: 10)

Peranan utama katup pada mesin sangatlah penting. Disamping katup berfungsi untuk membuka dan menutup saluran hisap dan buang, tentunya katup pada saat langkah kompresi maupun ekspansi kedua katup harus menutup saluran tersebut, supaya meningkatkan kompresi dalam ruang bakar. Setiap mobil mempunyai satu katup masuk dan satu katup buang pada tiap silindernya, namun ada pula yang mempunyai dua atau lebih katup buang maupun katup masuk pada tiap silindernya.

b. Dudukan Katup

Permukaan katup akan menempel pada dudukan katup pada saat katup menutup. Antara katup dan dudukan katup harus rapat agar tidak terjadi kebocoran.



Gambar 14. Dudukan Katup

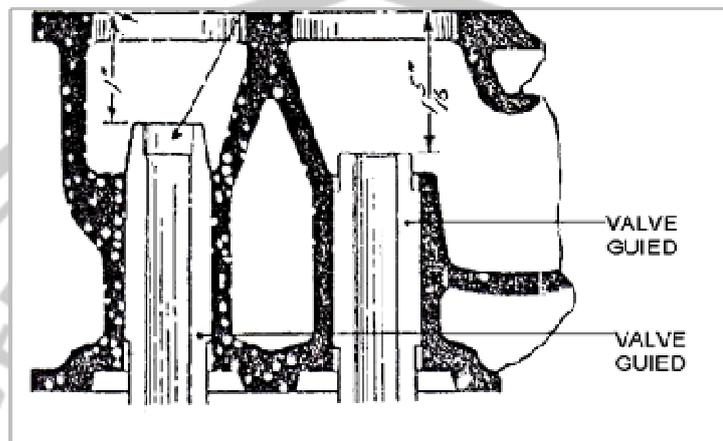
(Sumber: *Step 2 Engine Group: 23*)

Bahan dudukan katup dibuat lebih kuat dari pada bahan blok mesin atau kepala silinder. Ini dimaksudkan agar dudukan katup dapat diganti. Pada angka pemuaihan panas, dudukan katup harus sama angka pemuaiannya dengan blok mesin dan kepala silinder. Hal ini dimaksudkan agar saat terjadi pemuaihan panas akibat pembakaran, dudukan katup dan kepala silinder serta blok mesin akan sama-sama memuai dengan angka pemuaihan yang sama, sehingga tetap terjadi perkaitan antara dudukan katup dengan tempatnya (blok mesin dan kepala silinder). Disamping itu dudukan katup juga membantu mendinginkan katup saat katup menutup, adanya kontak antara muka katup dengan dudukan katup memungkinkan penyaluran panas dari katup ke kepala silinder melalui dudukan katup.

c. Penghantar Katup (*Valve Guide*)

Penghantar katup adalah komponen yang menjaga katup berada pada posisinya walaupun katup bergerak naik-turun dengan sangat cepat. Bantalan katup juga berfungsi sebagai penghantar panas katup ke kepala silinder.

Bentuk bantalan ini ada dua macam: tipe *re-placeable* yaitu penghantar katup terpisah dari kepala silinder ini dimaksudkan agar penghantar katup dapat diganti bila aus. Tipe *integral* yaitu penghantar katup yang langsung bersamaan atau bersatu dengan kepala silinder. Pada mesin Isuzu C190 penghantar katupnya menggunakan tipe *re-placeable*.



Gambar 15. Penghantar Katup

Dilihat dari fungsinya, peranan penghantar katup sangatlah penting. Misalkan terjadi keretakan pada penghantar katup sangat membahayakan sekali. Katup bisa cepat panas, padahal bantalan tersebut berguna sebagai media katup untuk menyalurkan panas.

d. Pelatuk (*Rocker Arm*)

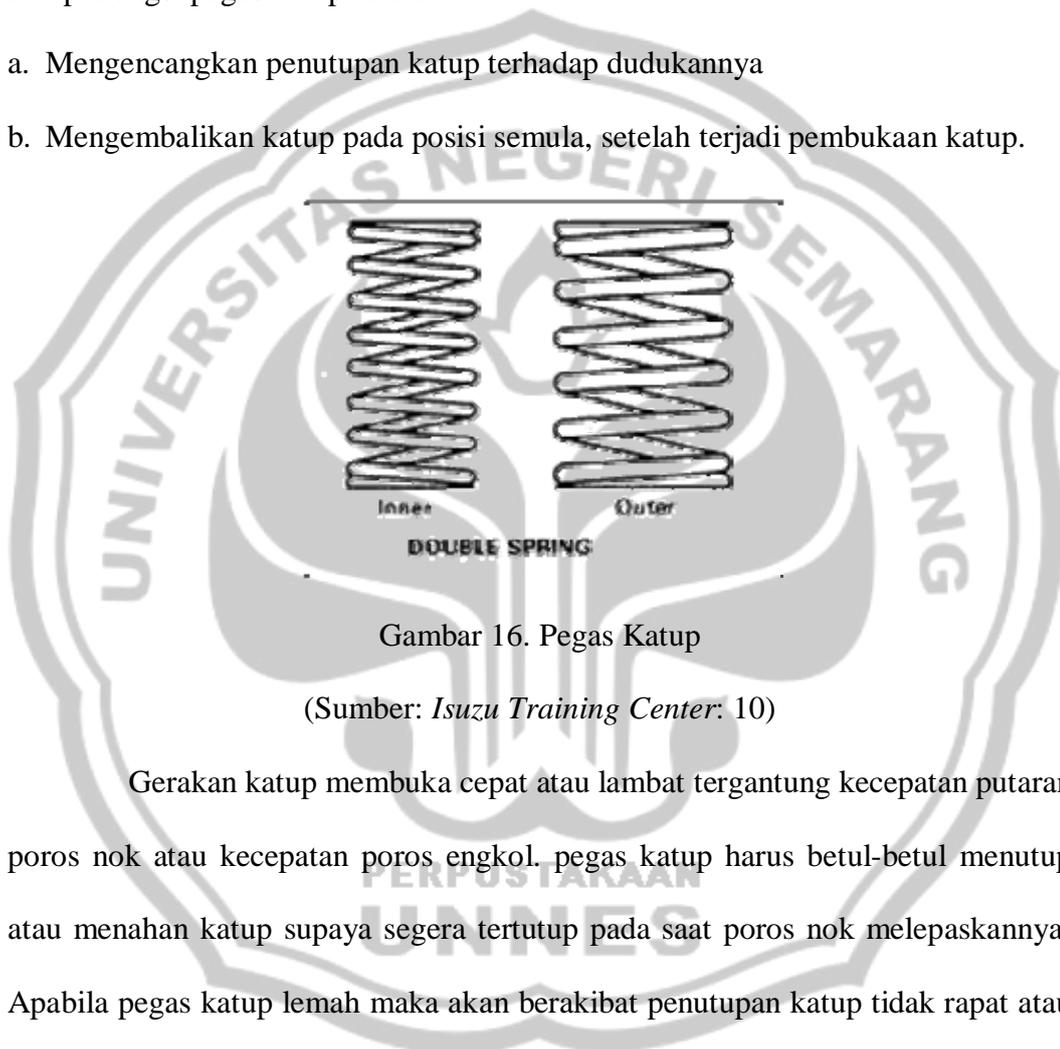
Pelatuk (*rocker arm*) berfungsi untuk menekan katup sehingga katup dapat membuka atau menutup sesuai dengan gerakan poros nok (*cam shaft*).. *Rocker arm* dipasang di atas kepala silinder, (pada mekanisme tipe OHV) bila *push rod* mengangkat ke atas salah satu ujung *rocker arm*, ujung yang lain berhubungan dengan katup dan mendorong tangkai katup yang menyebabkan katup terbuka. *Rocker arm* dilengkapi dengan sekrup dan mur pengunci (*lock nut*)

untuk menyetel celah katup. Pada mekanisme OHC pelatuk langsung digerakkan oleh poros nok tanpa ada perantara (*push rod*)

e. Pegas Katup (*Valve Spring*)

Pegas katup merupakan salah satu bagian yang penting dari mekanisme katup. Fungsi pegas katup adalah:

- a. Mengencangkan penutupan katup terhadap dudukannya
- b. Mengembalikan katup pada posisi semula, setelah terjadi pembukaan katup.



Gambar 16. Pegas Katup

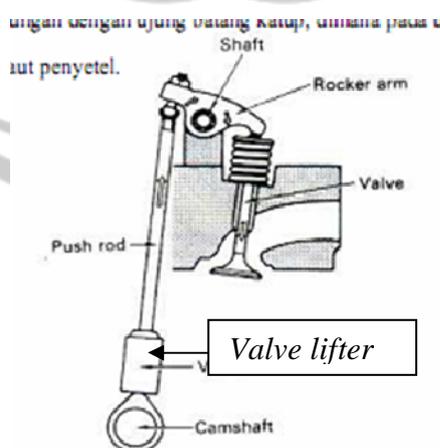
(Sumber: *Isuzu Training Center*: 10)

Gerakan katup membuka cepat atau lambat tergantung kecepatan putaran poros nok atau kecepatan poros engkol. pegas katup harus betul-betul menutup atau menahan katup supaya segera tertutup pada saat poros nok melepaskannya. Apabila pegas katup lemah maka akan berakibat penutupan katup tidak rapat atau penutupan katup lamban yang disebut dengan istilah katup mengapung, yang maksudnya katup tidak segera menutup atau terbuka lebih lama dari yang seharusnya. Hal ini terjadi terutama apabila pegas katup lemah dan motor berputar pada kecepatan tinggi. Pada umumnya motor menggunakan pegas katup koil atau disebut juga pegas spiral, hanya saja jumlah lilitan yang dipakai berbeda-beda

sesuai dengan perencanaan masing-masing pabrik pembuatnya. Khusus untuk pegas katup dengan jarak antara masing-masing lilitan berbeda, perlu diperhatikan dalam pemasangannya karena jika terbalik maka tujuan untuk mengurangi getaran tidak tercapai. Jarak lilitan terdekat yang dipasangkan pada bagian yang menempel dengan kepala silinder, jika terbalik akan dapat menimbulkan getaran.

f. Pengangkat Katup (*Valve Lifter*)

valve lifter adalah komponen untuk menurunkan, menaikkan dan dudukan *push rod* supaya ujung *push rod* dengan ujung *rocker arm* dapat bersentuhan. Itu membuat *rocker arm* bekerja menekan katup, sehingga katup bisa tertekan ke bawah. Pengangkat katup (*valve lifter*) berbentuk silinder pada mesin OHV, masing-masing dihubungkan dengan nok yang berhubungan dengan katup melalui batang penekan (*push rod*). Pengangkat katup bergerak turun naik pada pengantarnya yang terdapat di dalam blok silinder, saat sumbu nok berputar juga membuka dan menutup katup. Mesin Isuzu C190 ini mempunyai pengangkat katup konvensional sehingga celah katupnya harus disetel dengan tepat, sebab tekanan panas mengakibatkan pemuaian pada komponen kerja katup.

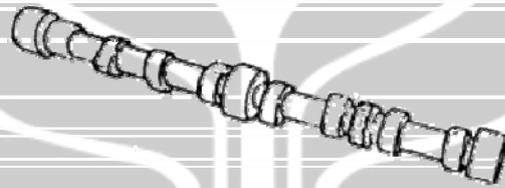


Gambar 17. *Valve lifter*

g. Poros Nok (*Camshaft*)

Mekanisme katup dirancang dimana poros nok (*camshaft*) berputar satu kali untuk menggerakkan katup masuk dan katup buang untuk setiap kali poros engkol berputar dua putaran penuh. (Sumber : *Tune up dan Perawatan*, 1993:50)

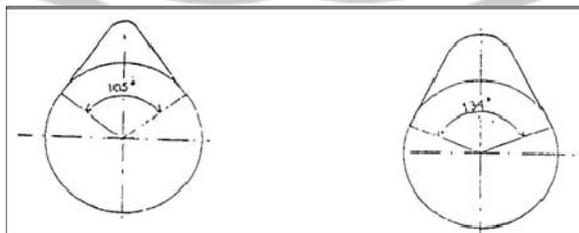
Poros nok (*camshaft*) adalah penentu utama kapan saat pembukaan dan penutupan katup terjadi serta berapa lama dan lebar pembukaan katup tersebut. Poros nok (*camshaft*) mempunyai beberapa nok sesuai dengan jumlah katup yang terdapat pada motor. Poros nok mempunyai fungsi untuk mengatur saat pembukaan dan penutupan katup secara periodik. Jumlah nok sama dengan jumlah katup-katupnya.



Gambar 18. Poros Nok

(Sumber: *Isuzu Training Center*, 15)

Waktu kerja katup diatur oleh bentuk nok, untuk waktu kerja katup yang singkat bentuk bubungannya lancip, sedangkan waktu kerja katup lama bentuk bubungannya tumpul.



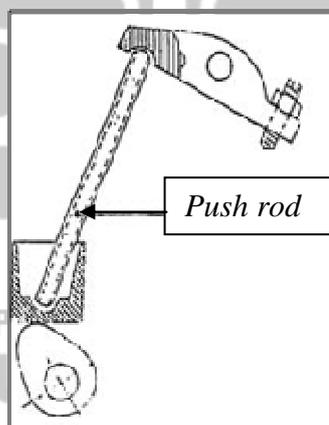
Gambar 19. Bubungan untuk masa kerja singkat

Gambar 20. Bubungan untuk masa kerja lama

(Sumber: *Step 2 Engine Group*, 1995: 29)

h. Batang Penekan (*Push Rod*)

Peranan *push rod* pada mekanis katup hanya sebagai penghubung antara *valve lifter* dengan *rocker arm*. Batang katup ini meneruskan gerakan dari pengangkat katup ke *rocker arm*. Walaupun bentuknya sangat sederhana *push rod* sangatlah penting pada mesin OHV. Batang penumbuk ini dibuat dengan berlubang di bagian dalam untuk tujuan mengurangi beratnya, kadang-kadang digunakan sebagai saluran pelumas, namun demikian batang penumbuk harus kuat sehingga tidak lentur, jika melentur pada saat poros nok menekan untuk membuka katup maka pembukaan katup akan terlambat begitu pula penutupan katup pun tidak akan tepat yang akan menurunkan efisiensi volumetrik dan menurunkan daya motor. Batang penekan (*push rod*) hanya ada pada mekanisme katup tipe *overhead valve* (OHV).



Gambar 21. *Push Rod* (Batang Penekan)

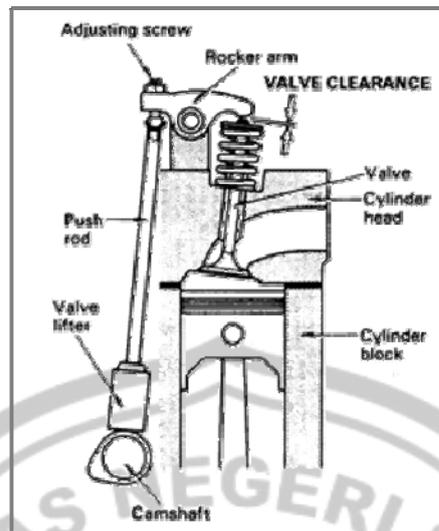
2. Celah Katup

Pada dasarnya celah katup adalah celah yang terdapat pada mekanisme katup (dari *camshaft* sampai *rocker arm*). Celah katup dapat disetel pada celah antara *rocker arm* dengan katup. Apabila tidak terdapat celah katup maka pada

saat pemuaiian akibat panas mesin maka kompresi akan terjadi kebocoran karena katup tidak menutup rapat. Pada Isuzu C190 celah katup masuk dan katup buang standar adalah 0.4 mm

Besarnya celah katup haruslah sesuai dengan ketentuan yang ditunjukkan dari pabriknya, bila tidak terdapat petunjuk dari pabriknya maka berikut ini dapat dijadikan suatu pedoman yang antara lain sebagai berikut :
(Teiseran, 1999 : 56)

- a. Celah katup yang terlalu rapat, akan mengakibatkan :
 - 1) Terbukanya katup menjadi lama.
 - 2) Kebocoran tekanan kompresi (jika disetel terlalu rapat)
 - 3) Hidupnya mesin tidak sempurna dan tidak bertenaga.
 - 4) Mesin tidak mau stasioner.
- b. Celah katup yang terlalu renggang, akan mengakibatkan :
 - 1) Terbukanya katup menjadi singkat.
 - 2) Pengisian udara ke dalam ruang bakar dan silinder terlalu kurang (jika katup masuk yang terlalu renggang).
 - 3) Mesin sulit dihidupkan.
 - 4) Pembuangan gas bekas tidak bersih (jika katup buang yang terlalu renggang).
 - 5) Hidupnya mesin tidak sempurna dan timbul suara ngelitik dari arah katup pada saat mesin hidup.
 - 6) Mesin tidak bertenaga dan cepat panas.
 - 7) Mesin tidak mau stasioner.

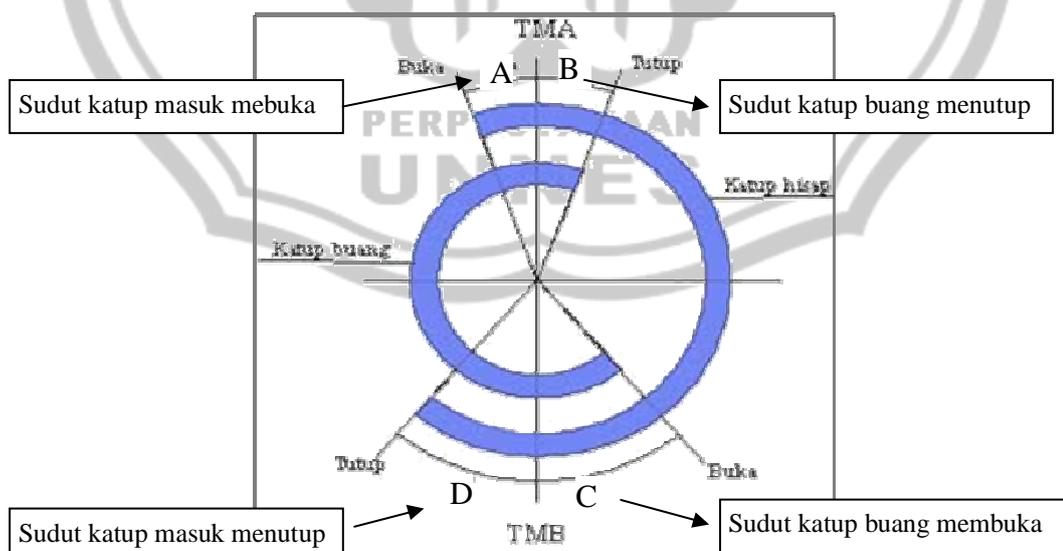


Gambar 22. Celah katup

(Sumber: *Isuzu training center* :19)

3. Masa Kerja Katup (*Valve Timing*)

Membuka atau menutupnya katup sesuai dengan langkah-langkah piston yaitu dari titik mati atas sampai titik mati bawah dan dari titik bawah atas sampai titik mati atas. Jadi setiap langkah piston berarti poros engkol telah berputar 180° atau setengah lingkaran.

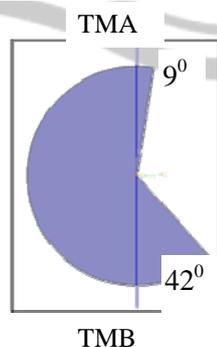


Gambar 23. Diagram pembukaan dan penutupan katup

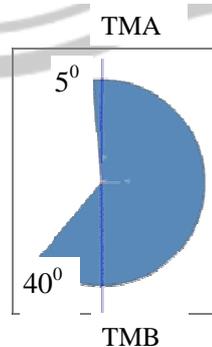
Keadaan sebenarnya apabila langkah piston adalah 180° engkol maka akan terjadi kurang sempurna dalam tiap langkah piston misalnya untuk langkah isap, apabila katup masuk dibuka pada saat piston berada di titik mati atas dan ditutup pada saat piston berada pada titik mati bawah, pemasukan udara akan sedikit sekali karena mendapat hambatan yang besar pada saluran-saluran isap termasuk tinggi permukaan katup. Begitu juga untuk langkah buang, apabila katup buang di titik mati atas, maka akan terjadi kurang sempurna dalam pembuangan gas buang yang mana tidak seluruhnya gas buang dapat dibuang keluar.

Kedua jenis ketidak sempurnaan ini dapat diperbaiki dengan jalan mengatur saat dan lamanya pembukaan katup. Untuk katup buang karena tekanan gas buang lebih tinggi dari tekanan udara luar maka katup buang mulai dibuka pada saat piston berada hampir mencapai titik mati bawah. Dalam keadaan ini gas buang akan segera keluar dengan mudah, selanjutnya katup buang ini ditutup pada saat berada setelah titik mati atas. Ini dimaksudkan agar gas buang benar-benar dapat keluar semuanya. Saat membuka dan menutupnya katup buang dan katup masuk ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Lama katup buang membuka



Lama katup masuk membuka



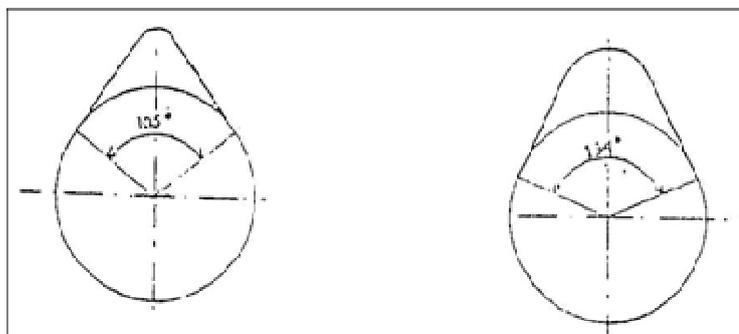
Gambar 24. Diagram katup buang dan katup masuk

Untuk langkah hisap, karena pada saat langkah buang dimana katup buang masih terbuka walaupun piston telah melewati titik mati atas, terjadi kecepatan gas buang yang menyebabkan kevakuman pada ruang bakar. Hal ini akan baik dan tepat sekali untuk memulai langkah hisap. Karenanya sebelum piston mencapai titik mati atas dimana kecepatan gas buang ke luar sangat tinggi yang menyebabkan kevakuman tersebut, katup masuk sudah mulai dibuka agar terjadi pembersihan gas buang pada ruang bakar dan pemasukan udara dapat segera dimulai. Selanjutnya dengan bergeraknya piston menuju titik mati bawah, akan terjadi lagi kecepatan udara yang cenderung untuk mengalir masuk ke dalam silinder. Ini dimaksudkan agar pemasukan udara dapat dilakukan sebanyak mungkin agar efisiensi pengisian dapat sebesar mungkin. Diagram dari katup masuk dapat dilihat pada gambar diatas.

Kedua diagram ini jika digabungkan, maka akan terlihat suatu diagram kerja dari katup masuk dan katup buang dan diagram ini disebut diagram kerja katup. Keadaan dimana katup masuk dan katup buang sama-sama terbuka dikenal dengan istilah "*overlapping*". Pada mesin-mesin berdaya tinggi dimana udara segar dimasukkan ke dalam silinder dengan tekanan, *overlapping*-nya biasanya dibuat lebih besar. Hal itu diperlukan supaya gas buang dapat dibersihkan dari dalam silinder dengan lebih baik, tetapi juga untuk mendinginkan dinding silinder supaya udara dapat dimasukkan dalam jumlah yang lebih banyak.

Derajat pembukaan katup ini tergantung dari kebutuhan dan jenis mesinnya. Misalnya untuk mesin-mesin kecepatan rendah, derajat pembukaan katup dibuat lebih sedikit dari mesin-mesin kecepatan tinggi. Begitu juga

overlapping katup untuk mesin-mesin kecepatan rendah dibuat lebih kecil dari mesin-mesin kecepatan tinggi. Seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 25. Bubungan untuk kecepatan rendah

Gambar 26. Bubungan untuk kecepatan tinggi

C. Mencari Sudut *Overlapping*

Secara teoritis, jika katup hisap dibuka tepat pada piston mencapai TMA dan ditutup pada saat piston mencapai TMB maka udara yang dihisap ke ruang bakar adalah sama dengan langkah piston, namun pada keadaan sebenarnya hal itu tidak terjadi karena terdapat banyak hambatan yang besar pada saluran hisap termasuk tinggi pembukaan katup. Untuk mengatasi masalah tersebut maka pembukaan katup masuk dibuat lebih awal pada langkah hisap yaitu beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA dan ditutup beberapa derajat sesudah piston melewati TMB. Sedangkan pada katup buang, dibuka pada langkah buang beberapa derajat sebelum piston mencapai TMB dan ditutup beberapa derajat setelah piston melewati TMA.

Untuk mencari besar sudut *overlapping* katup dapat dilakukan cara sebagai berikut. Langkah-langkah mencari sudut *overlapping* adalah membuat ukuran 5 derajat melingkar dari kertas, satu lingkaran penuh hingga 360° .

Kemudian kertas yang berisikan ukuran tersebut tempelkan pada roda gila. Langkah kedua adalah memutar *puly* hingga top kompresi satu, pastikan bahwa itu benar-benar top kompresi. Langkah ketiga adalah mencari sudut pembukaan dan penutupan katup. Dalam pencarian ini menggunakan bantuan alat *dial indikator* yang dipasangkan pada *rocker arm*. Langkah keempat memposisikan *dial indikator* menunjukkan angka nol (0). Beri tanda pada blok mesin sebagai alat bantu untuk membaca sudut.



Gambar 27. Penyetelan dial indikator

Putar hingga *rocker arm* bergerak, sehingga jarum *dial indikator* juga ikut bergerak. Seiring dengan putaran *puly*, roda gila juga ikut berputar. Kertas yang bertandakan hitungan derajat juga ikut bergeser sehingga besarnya sudut pembukaan ataupun penutupan dapat dibaca. Baca sudut yang lurus dengan tanda pada blok mesin yang telah dibuat tadi.



Gambar 28. Pencarian sudut pembukaan dan penutupan katup

Dalam pencarian sudut pembukaan dan penutupan katup didapatkan hasil sebagai berikut:

Katup masuk:

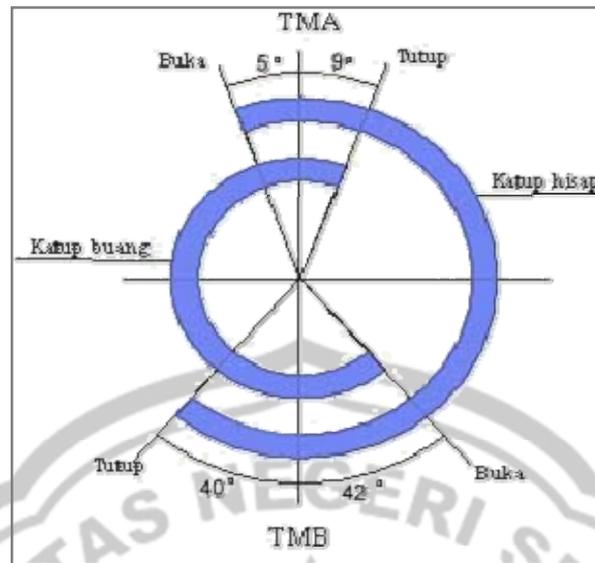
Terbuka = 5° sebelum TMA

Tertutup = 40° setelah TMB

Katup buang:

Terbuka = 42° sebelum TMB

Tertutup = 9° setelah TMA



Gambar 29. Diagram Katup

Lama pembukaan katup masuk (*In Duration*)

$$Q_{in} = 5^{\circ} + 180^{\circ} + 40^{\circ} = 225^{\circ} \text{ sudut engkol}$$

Lama pembukaan katup buang (*Ex Duration*)

$$Q_{ex} = 9^{\circ} + 180^{\circ} + 42^{\circ} = 231^{\circ} \text{ sudut engkol}$$

Lama *overlapping*

$$Q_{overlap} = 5^{\circ} + 9^{\circ} = 14^{\circ} \text{ sudut engkol}$$

Katup membuka dan menutup tidak tepat pada waktu torak berada di TMA atau TMB. Katup masuk mulai membuka, apabila poros engkol 5 derajat akan mencapai TMA. Pada saat itu, katup buangnya masih dalam keadaan membuka, akan mulai menutup. Maksudnya dibuat demikian, agar dapat membantu masuknya udara yang baru kedalam silinder. Katup masuk mulai menutup, apabila poros engkolnya sudah sampai 40 derajat melewati TMB. Gerakan mengisi silinder itu terjadi dalam waktu $5^{\circ} + 180^{\circ} + 40^{\circ} = 225^{\circ}$. Ini dibuat sedemikian, agar bahan bakar dapat masuk kedalam silinder sebanyak-banyaknya.

Poros engkol berputar sampai di TMB kurang 42 derajat katup buangnya membuka. Ini dibuat agar tekanan panas dari gas yang terbakar dapat berkurang. Pada saat itu, gas yang terbakar keluar dengan tekanannya sendiri. Menutupnya katup buang, setelah poros engkolnya berputar melewati TMA 9 derajat. Dalam gerakan membuang ini, poros engkolnya berputar lebih dari 180 derajat, sehingga terjadi waktu yang lama. Waktu yang lumayan lama digunakan supaya gas sisa dapat seluruhnya keluar dari dalam silinder sehingga sungguh bersih.

Sesaat sebelum akhir gerakan membuang akan dimulai gerakan menghisap, maka pada saat torak berada di TMA kedua katupnya berada dalam keadaan membuka. Terbukanya katup-katup pada saat pemindahan gerakan dari gerakan kerja ke gerakan menghisap, supaya gas yang telah terbakar dapat ke luar seluruhnya, sehingga pemasukan gas baru tidak bercampur dengan gas bekas di dalam silinder.

Pada sudut 5 derajat sebelum TMA sampai dengan 9 derajat setelah TMA kedua katup masih membuka atau biasa disebut *overlapping* dimaksudkan untuk mengurangi kerugian pemasukan udara.

Besar sudut *overlapping* juga dipengaruhi oleh besar celah bebas katup. Celah bebas katup adalah celah antara tuas penekan dan batang katup. Untuk itu sebelum mencari sudut *overlapping* maka celah katup harus dibuat standar yaitu 0.4 mm. Apabila celah katup terlalu besar maka menimbulkan bunyi yang berisik dan tekanan kompresi menjadi menurun, karena jumlah udara yang masuk ke dalam ruang bakar sedikit. Sebaliknya jika celah katup terlalu kecil akibatnya

kebocoran pada langkah kompresi, karena pembukaan katupnya terlalu lama sehingga gas di dalam ruang bakar menjadi bocor saat dikompresikan.

Biasanya penyetel katup terdapat pada ujung pelatuk yang berhubungan dengan ujung batang katup, dimana pada ujung pelatuk dilengkapi dengan baut penyetel. Agar performa mesin tetap terjaga dengan baik maka mesin perlu diservis secara rutin yang salah satunya adalah penyetelan celah katup.

D. Variasi Celah Katup Hisap Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

Persiapan dan pelaksanaan penelitian perlu dilakukan dengan matang agar data yang dihasilkan didapat dengan benar.

1. Persiapan dan Pelaksanaan Penelitian

a. Persiapan

Untuk melaksanakan penelitian dibutuhkan alat dan bahan yang harus disiapkan terlebih dahulu, alat dan bahan:

1) Bahan

bahan yang digunakan adalah satu unit mesin diesel Isuzu C190 sebagai bahan yang diteliti pengaruh konsumsi bahan bakar terhadap variasi celah katup masuknya dengan spesifikasi sebagai berikut:

- | | |
|----------------------------|---|
| a) Tipe mesin | : C 190 empat silinder empat langkah |
| b) Ruang bakar | : Precombustion chamber type (tak-langsung) |
| c) Isi silinder (CC) | : 1951 |
| d) Putaran stasioner (Rpm) | : 725 – 775 |

- e) Tekanan kompresi (kg/cm²) : 25 pada 200 Rpm
- f) Tipe pompa bahan bakar : In-line
- g) Tipe governor : Mekanik/sentrifugal
- h) Tipe nozzle : Throtlle type
- i) Tekanan nozzle (kg/cm²) : 180
- j) Celah katup masuk (mm) : 0,4
- k) Celah katup buang (mm) : 0,4
- l) Katup masuk membuka : 5° sebelum TMA
 Katup masuk menutup : 40° setelah TMB
 Katup buang membuka : 42° sebelum TMB
 Katup buang menutup : 9° setelah TMA

2) Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a) *Tool set*, alat yang digunakan untuk melakukan *engine tune up*
- b) *Fuller gauge*, alat yang berfungsi dan untuk mengukur celah katup.
- c) *Tachometer digital*, alat yang berfungsi untuk menghitung jumlah putaran mesin pada masing-masing kondisi percobaan.
- d) Pipa kaca ukur, alat yang digunakan untuk mengetahui berapa banyak konsumsi bahan bakar.

- e) *Stopwatch*, alat yang berfungsi untuk menghitung waktu yang digunakan pada setiap kondisi percobaan.

b. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan yang harus dilakukan agar didapatkan data hasil penelitian yang benar. Langkah-langkah pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

1) Penyetelan Celah Katup

Mesin diesel Isuzu C190 ini memiliki *firing order* 1-3-4-2. Cara penyetelan celah katup adalah sebagai berikut:

- a) Panaskan mesin hingga mencapai suhu kerja ($\pm 80\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- b) Buka tutup kepala silinder.
- c) Putar puli poros engkol hingga tanda top kompresi yang terdapt pada puli tepat dengan tanda pada blok mesin.
- d) Periksa katup pada silinder mana yang bebas. Jika katup yang bebas ada pada silinder no 1 maka mesin pada posisi top kompresi silinder no 1. Penyetelan yang dilakukan adalah seperti pada tabel di bawah ini.

Silinder 1 : katup in dan ex

Silinder 2 : katup in

Silinder 3 : katup ex

Silinder 4 : tidak ada katup yang disetel

- e) Cara penyetelan dilakukan dengan cara mengendurkan mur pengunci. Kemudian putar baut penyetelnya dengan menggunakan obeng (-). Selipkan *fuller gauge* sesuai yang diinginkan, contoh penelitian ukuran celah katup

pertama yaitu celah katup standar (katup in = 0,40 mm; ex = 0,40 mm) di antara *rocker arm* dengan ujung batang katup.

- f) Kencangkan baut penyetelnya hingga menjepit *fuller gauge*. Jika dirasakan sudah cukup, maka lepaskan *fuller gauge*. Tahan baut penyetel dengan menggunakan obeng (-) dan kencangkan mur penguncinya.
- g) Setelah semua disetel, putar puli poros engkol satu kali putaran penuh (360°). Tepatkan tanda top pada puli poros engkol dengan tanda yang ada pada blok mesin. Maka mesin pada top kompresi silinder no 4. Penyetelan yang dilakukan adalah seperti pada tabel berikut.

Silinder 1 : tidak ada katup yang disetel

Silinder 2 : katup ex

Silinder 3 : katup in

Silinder 4 : katup in dan katup ex

- h) Pasang tutup kepala silinder

- 2) Menghidupkan Mesin

Setel pada rpm yang diinginkan karena pada penelitian selanjutnya tidak ada penyetelan rpm kembali. Rpm yang digunakan pada penelitian pada celah katup standar 0.4 mm adalah 1600 rpm.

- 3) Mengukur Konsumsi Bahan Bakar

Bahan bakar dapat dihitung pada pipa kaca ukur dengan melihat secara visual, cara mengukur pada penelitian ini adalah berapa waktu yang dibutuhkan mesin untuk menghabiskan bahan bakar sebanyak 10 ml. dengan melihat dengan melihat secara visual setelah mesin tepat menghabiskan 10 ml bahan bakar maka

stopwatch segera ditekan dan dilihat hasilnya. Percobaan dilakukan sampai tiga kali dan diambil rata-rata agar hasil penelitian tersebut presisi.

4) Menghitung putaran mesin per menit (rpm)

Putaran mesin (rpm) perlu diketahui sebagai bahan analisis tentang perubahan konsumsi bahan bakar, karena setiap terjadi perubahan rpm konsumsi bahan bakar pun akan berubah. Putaran mesin dapat diketahui dengan menggunakan alat *tachometer digital*. Pada *flywheel* di pasang suatu tanda kemudian *tachometer digital* disorotkan ketanda tersebut sehingga dapat membacanya sebagai sensor dan menghitung putarannya.

2. Hasil Penelitian

a. Data Hasil Penelitian

Tabel 1. Data hasil penelitian

Celah Katup Masuk (mm)	Konsumsi Bahan Bakar (det/10 ml)	RPM
0.2	29.80	1800
0.2	30.00	1800
0.2	30.00	1810
Rata-rata 0.2	29.93	1803.33
0.3	34.60	1650
0.3	34.60	1650
0.3	34.50	1650
Rata-rata 0.3	34.56	1650
0.4	39.20	1600
0.4	39.40	1600

	0.4	39.40	1600
Rata-rata	0.4	39.33	1600
	0.5	40.20	1300
	0.5	40.00	1310
	0.5	40.30	1300
Rata-rata	0.5	40.16	1303.33
	0.6	43.00	1000
	0.6	43.00	1000
	0.6	43.10	1000
Rata-rata	0.6	43.03	1000

Keterangan:

- 1) Pengukuran bahan bakar dilakukan dengan cara menghitung berapa waktu yang dibutuhkan mesin untuk menghabiskan 10 ml bahan bakar.
- 2) Percobaan dilakukan sejumlah tiga kali kemudian diambil rata-rata.
- 3) Putaran mesin disetel pada celah katup standar (0.4 mm) sebesar 1600 rpm. Setelan rpm tidak dirubah pada percobaan-percobaan selanjutnya.

Berdasarkan data hasil pengukuran konsumsi bahan bakar dan putaran mesin pada tabel 4. menunjukkan bahwa dengan celah katup masuk yang disetel pada 0.2 mm maka tiap 10 ml dibutuhkan waktu rata-rata 29.93 detik agar bahan bakar tersebut dapat habis. Sedangkan pada katup masuk yang disetel dengan celah 0.6 mm maka tiap 10 ml dibutuhkan waktu rata-rata 43.03 detik untuk menghabiskannya. Celah katup 0.6 membutuhkan waktu yang lebih lama dari pada celah katup 0.2 mm untuk menghabiskan bahan bakar 10 ml. Putaran tertinggi terdapat pada setelan celah katup 0.2 mm yaitu 1803.33 rpm dan putaran mesin terendah terdapat pada setelan celah katup 0.6 mm.

Konsumsi bahan bakar tiap detiknya dapat diketahui dengan mengkonversi data dari hasil penelitian diatas. Contoh: pada percobaan pertama

celah katup 0.2 mm, bahan bakar 10 ml habis selama 29.80 det. Berapa mililiter bahan bakar yang dibutuhkan tiap satu detik? Dapat diketahui dengan perhitungan dibawah ini.

$$\text{Konsumsi bahan bakar} = \frac{29.80 \text{ det}}{10 \text{ ml}}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, 1 detik} &= \frac{10 \text{ ml}}{29.80} \\ &= 0.336 \text{ ml} \end{aligned}$$

Pengkonversian data pada percobaan pertama didapatkan bahwa setiap satu detik pada setelan celah katup 0.2 mm, menghabiskan bahan bakar sebanyak 0.336 ml. pengkonversian dilanjutkan pada data-data percobaan selanjutnya seperti tabel dibawah ini.

Tabel 2. Data konsumsi bahan bakar mililiter per detik

Celah Katup Masuk (mm)	Konsumsi Bahan Bakar (ml/det)	RPM
0.2	0.336	1800
0.2	0.300	1800
0.2	0.300	1810
Rata-rata 0.2	0.312	1803.33
0.3	0.289	1690
0.3	0.289	1710
0.3	0.290	1710
Rata-rata 0.3	0.289	1703.33
0.4	0.255	1600
0.4	0.253	1600
0.4	0.253	1600
Rata-rata 0.4	0.253	1600
0.5	0.249	1300
0.5	0.250	1310

	0.5	0.248	1300
Rata-rata	0.5	0.249	1303.33
	0.6	0.233	1000
	0.6	0.233	1000
	0.6	0.232	1000
Rata-rata	0.6	0.233	1000

Keterangan:

Data perubahan konsumsi bahan bakar hasil penelitian dikonversikan untuk mendapatkan banyaknya konsumsi bahan bakar tiap satu detik pada masing-masing setelan celah katup masuk.

Berdasarkan data hasil pengukuran konsumsi bahan bakar dan putaran mesin pada tabel 4. menunjukkan bahwa dengan celah katup masuk yang semakin rapat konsumsi bahan bakar dan putaran mesin cenderung meningkat. Konsumsi bahan bakar rata-rata tertinggi dihasilkan oleh celah katup masuk yang disetel 0.2 mm, dengan konsumsi bahan bakar 0.336 ml/det pada 1803.33 rpm. Sedangkan konsumsi bahan bakar rata-rata terendah adalah yang dihasilkan oleh celah katup buang 0,6 mm, dengan konsumsi bahan bakar 0.233 ml/det pada 1000 rpm.

b. Pembahasan

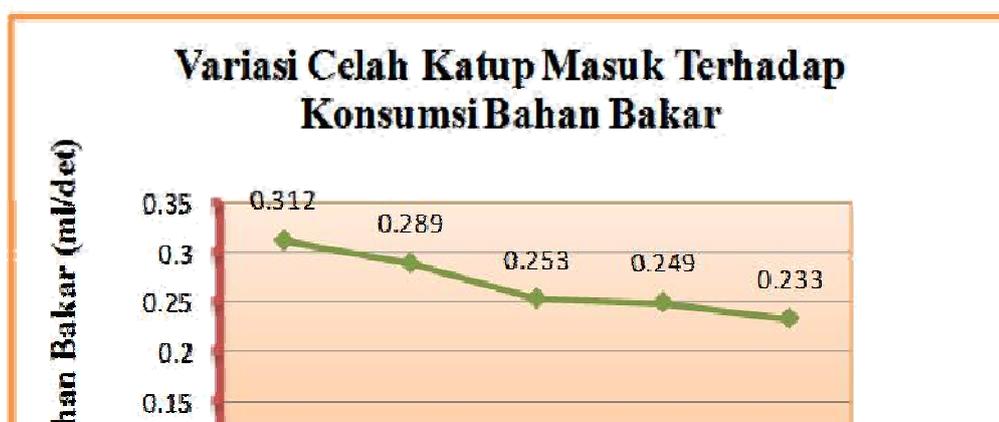
Pada tabel 4. Berisi tentang hasil pengukuran perubahan konsumsi bahan bakar dan putaran mesin akibat perubahan besar celah katup masuk 0.2 - 0.6 mm. Berdasarkan data hasil penelitian diketahui bahwa celah katup masuk yang disetel lebih rapat akan berakibat pada naiknya putaran mesin dan konsumsi bahan bakar, sedangkan pada katup buang yang disetel lebih renggang akan berakibat pada turunnya putaran mesin juga konsumsi bahan bakarnya.



Gambar 30. Grafik variasi celah katup masuk terhadap putaran mesin

Pada celah katup 0.2 mm putaran mesin yang dihasilkan sebesar 1803.33 rpm, sedangkan pada celah katup masuk 0.6 mm putaran mesin yang dihasilkan sebesar 1000 rpm. Celah katup masuk yang disetel rapat, akan menyebabkan katup membuka lebih awal dan menutupnya lebih lama dan sudut overlappingnya lebih besar. Overlapping diperlukan supaya udara dihisap kedalam silinder dengan efisiensi volumetrik yang tinggi sehingga udara dapat dihisap lebih banyak. Putaran mesin akan bertambah

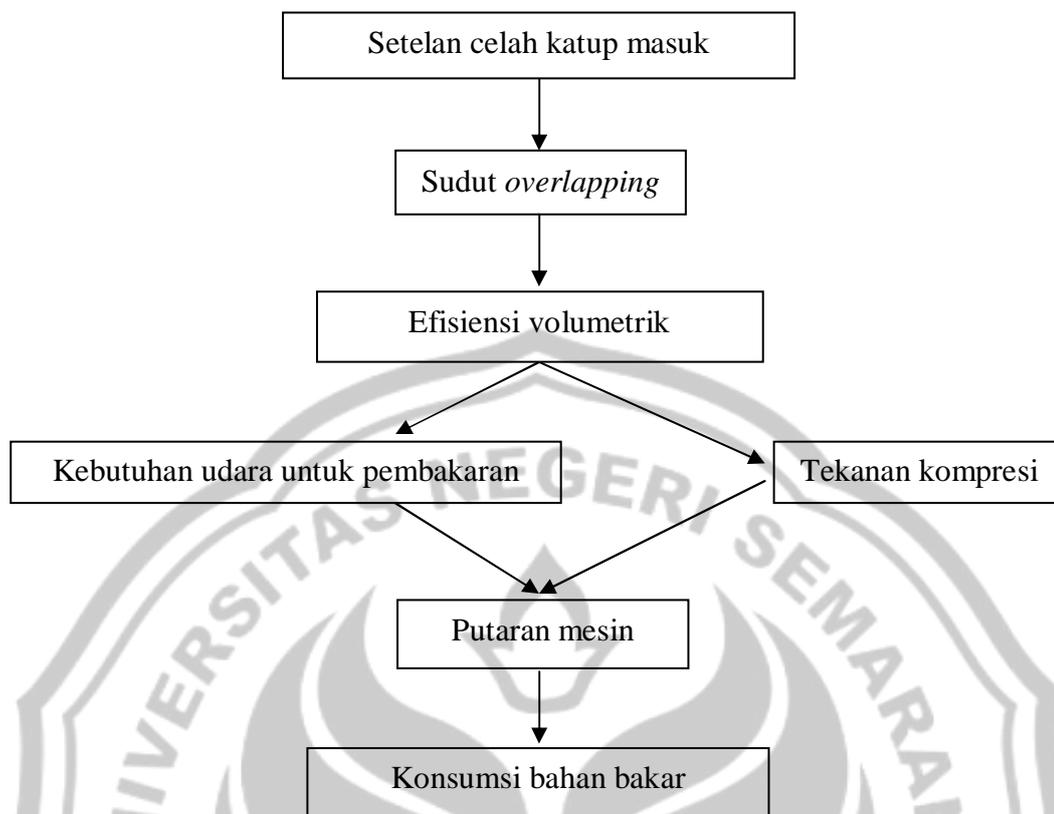
Celah katup masuk yang disetel renggang, akan menyebabkan katup membuka lebih lambat dan menutup lebih awal dan sudut *overlapping*-nya lebih kecil. Penyetelan dengan celah katup masuk yang semakin renggang berarti pembukaan katupnya lebih singkat sehingga udara yang masuk keruang bakar berkurang dan efisiensi volumetrik nya menurun. Putaran mesin akan turun.



Gambar 31. Grafik variasi celah katup masuk terhadap konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan dipengaruhi oleh putaran mesin, efisiensi volumetrik, tekanan injeksi, timing injeksi, dan masih banyak yang lain. Pada penyetelan celah katup masuk akan mempengaruhi efisiensi volumetrik udara yang dihisap kesilinder. Pada setelan celah katup masuk yang lebih sempit maka efisiensi volumetrik semakin besar sehingga tekanan kompresi akan meningkat dan kebutuhan udara untuk pembakaran akan tercukupi, putaran mesin akan meningkat dan kebutuhan bahan bakar akan naik. Setelan katup yang terlalu sempit dikhawatirkan akan mengakibatkan kebocoran kompresi akibat pemuaian logam komponen mekanisme katup akibat panas yang tinggi. Sedangkan pada celah katup yang disetel renggang maka efisiensi volumetrik semakin kecil sehingga tekanan kompresi akan menurun dan kebutuhan udara untuk pembakaran kurang tercukupi, putaran mesin akan menurun dan kebutuhan bahan bakar pun akan lebih irit, tetapi tenaga mesin akan berkurang.

Hubungan pengaruh celah katup masuk terhadap putaran mesin dan konsumsi bahan bakar dapat diperjelas pada diagram dibawah ini.



Gambar32. Diagram pengaruh celah katup masuk terhadap konsumsi bahan bakar.

c. Perbandingan

Penyetelan celah katup masuk yang rapat pada putaran mesin tinggi, berarti pembukaan katupnya lebih lama sehingga efisiensi volumetrik penghisapan udara lebih besar oleh karena itu udara yang masuk kesilinder lebih banyak sehingga tekanan kompresi meningkat, kebutuhan udara untuk pembakaran tercukupi dan putaran mesin naik.

Penyetelan celah katup masuk yang renggang berarti pembukaan katupnya lebih singkat sehingga efisiensi volumetrik penghisapan udara lebih besar kecil dibandingkan penyetelan katup masuk yang lebih rapat, udara yang

masuk kesilinder menjadi lebih sedikit sehingga kebutuhan udara untuk pembakaran kurang tercukupi.

Putaran mesin tertinggi dihasilkan oleh penyetelan celah katup masuk 0.2 mm, Tetapi pada penyetelan celah katup yang rapat dikhawatirkan pada pemakaian yang lama yang mengakibatkan suhu mesin sangat tinggi akan terjadi pemuaian struktur logam pada mekanisme katup yang menyebabkan celah katup tidak ada sehingga tekanan kompresi dapat terjadi kebocoran.

Penyetelan celah katup masuk yang terbaik adalah pada celah katup masuk 0.4 mm yang sesuai dengan spesifikasi mesin, karena pada celah katup masuk yang sesuai dengan spesifikasi mesin dapat diperoleh ketepatan waktu saat membuka dan menutupnya katup pada setiap kondisi mesin sehingga diperoleh tenaga mesin yang optimal.

Apabila celah katup terlalu renggang maka menimbulkan bunyi yang berisik dan tekanan kompresi menjadi menurun, karena jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar sedikit. Sebaliknya jika celah katup terlalu rapat akibatnya kebocoran pada langkah kompresi tidak adanya celah katup akibat pemuaian struktur logam pada suhu tinggi. Oleh karena itu besarnya celah katup haruslah sesuai dengan spesifikasi mesin untuk menjadikemampuan mesin agar terus optimal.

E. *Troubleshooting* pada Mekanisme Katup Isuzu C190 dan Cara Mengatasinya

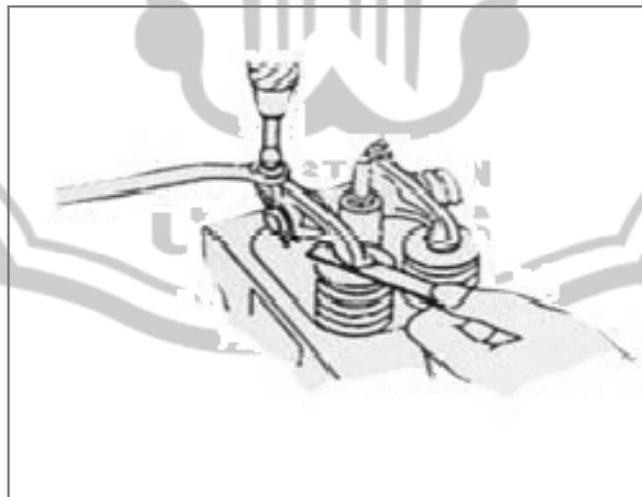
Kerusakan, keausan dan perubahan struktur pada bagian-bagian komponen mekanisme katup tidak dapat dihindarkan karena penggunaan yang

terus menerus. Perubahan yang tidak dapat dihindari tersebut akibat adanya gesekan, temperatur yang tinggi, tumbukan atau melakukan kontak, kotoran pada sistem penyaringan pelumasan selama penggunaan.

Gangguan-gangguan yang sering terjadi pada mekanisme katup dan cara mengatasinya antara lain:

1. Celah katup sudah tidak standar

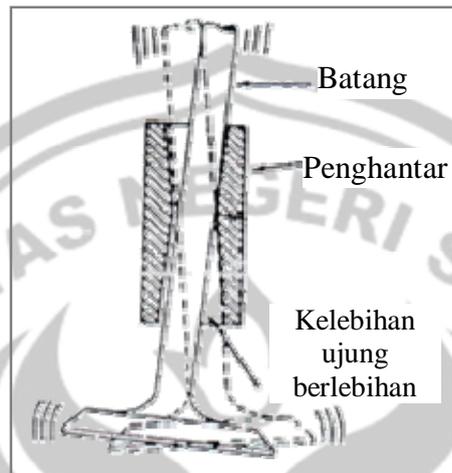
Celah katup terlalu sempit akan menyebabkan langkah katup bertambah, katup membuka terlalu cepat, menutup terlalu terlambat dan katup dapat terbakar. Celah katup yang terlalu lebar akan menyebabkan bunyi, pembukaan katup terlambat dan cepat menutup, langkah katup berkurang, keausan berlebihan. Adapun tindakan yang perlu dilakukan adalah penyetelan celah bebas katup dengan ukuran standar spesifikasinya, untuk katup hisap 0,40 mm dan katup buang 0,40 mm.



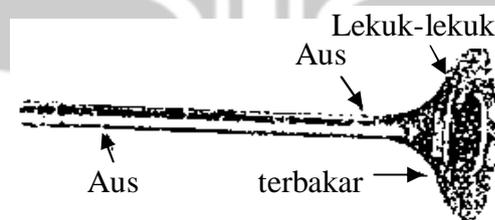
Gambar 33. Penyetelan celah katup

2. Keausan pada komponen-komponen mekanisme katup

komponen mekanisme katup yang telah aus dapat membuat fungsi kerja katup menjadi tidak maksimal, sehingga mengakibatkan performa mesin tidak maksimal pula. Untuk mengatasi hal tersebut maka harus dilakukan penggantian terhadap komponen mekanisme katup yang mengalami keausan.



Gambar 34. Keausan penghantar katup



Gambar 35. Keausan katup

3. Tegangan pegas lemah

Tegangan katup harus memenuhi tegangan standar, jika tegangan katup sudah lemah maka dapat terjadi kelambatan dalam mengembalikan katup ke posisi semula sehingga dapat terjadi kebocoran kompresi. Tinggi standar pegas dalam (*inner spring*) 45.3 mm dengan limit 44.4 mm, pegas luar (*outer spring*) 49.7 mm dengan limit 48.2 mm. gunakan alat penguji tegangan pegas untuk

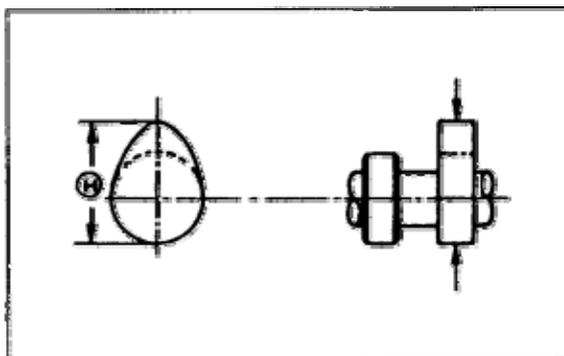
mengetahui tegangan pegas, jika tegangan pegas kurang dari standar gantilah pegas katup. Cara pemeriksaan tegangan pegas katup yaitu pasang pegas katup pada *valve spring tester*, kemudian gerakkan pengungkitnya ke bawah sampai panjang 37 mm untuk *inner spring* dan 39 mm untuk *outer spring*. kemudian tegangan akan terbaca pada jarum indikator. Batas tegangan *inner spring* 5kg.f/mm² dan batas tegangan *outer spring* 18.1 kg.f/mm²



Gambar 36. Pengukuran tegangan katup

4. Sudut pembukaan dan penutupan katup kecil

Sudut pembukaan katup dan penutupan katup menjadi kecil walaupun celah katup dalam keadaan standar. Hal ini disebabkan oleh tinggi angkat katup di bawah spesifikasi, karena terjadi keausan pada bidang sisi naik dan turun serta pucak nok. Panjang standar profil nok (tinggi nok) 42.08mm dengan limit 41.65mm. Bila hasil pengukuran tinggi nok sudah melewati batas *limit* pemakaian, maka poros nok harus dilakukan penggantian.

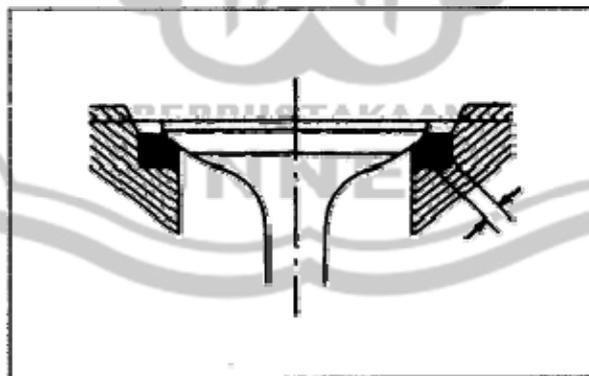


Gambar 37. Tinggi nok (*cam*)

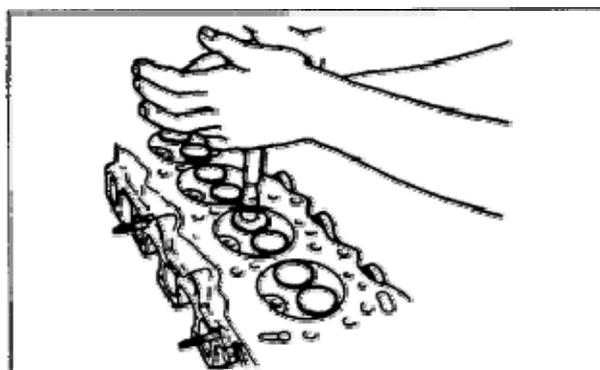
5. Posisi persinggungan katup dengan dudukan katup tidak rata dan tidak rapat

Persinggungan katup dengan dudukan katup yang tidak rata disebabkan oleh lebar persinggungan katup terlalu besar dan posisi persinggungan pada katup terlalu tinggi atau terlalu rendah. Hal ini akan mengakibatkan tekanan kompresi yang rendah sehingga tenaga yang dihasilkan menjadi kurang. Apabila posisi persinggungan katup dengan dudukan katup tidak tepat ditengah dan terjadi kebocoran, untuk memperbaikinya maka dudukan katup harus digerinda dan dilakukan penyekuran.

Spesifikasi lebar persinggungan katup hisap 1.7 mm dengan batas servis 2.2 mm, sedangkan untuk katup buang 2.0 mm dengan batas servis 2.5 mm.



Gambar 38. Persinggungan katup



Gambar. Meratakan dudukan katup

Gambar 39. Menggerinda dudukan katup

Tabel 3. Gangguan yang terjadi dan cara mengatasi pada mekanisme katup

No	Gangguan yang sering terjadi	Penyebab gangguan	Cara mengatasi
1	Timbul suara nglitik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Celah penyetelan katup hisap dan buang terlalu lebar 2. <i>Clearance</i> poros <i>cam</i> terhadap lubang <i>rocker arm</i> longgar 3. <i>Clearance</i> antara penghantar katup dan batang katup longgar 	<p>Penyetelan celah katup disesuaikan dengan spesifikasinya</p> <p>Poros nok atau <i>rocker arm</i> perlu diganti</p> <p>Salah satu atau keduanya perlu diganti</p>
2	Sudut pembukaan katup hisap maupun katup buang kecil	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penyetelan celah katup tidak tepat 2. <i>Cam</i> pada poros bubungan sudah aus 	<p>Dilakukan penyetelan celah katup kembali</p> <p><i>Cam</i> digerinda sesuai dengan spesifikasinya atau poros bubungan diganti, bila keausan melebihi batas limit</p>
3	Tekanan kompresi rendah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kebocoran atau keausan katup dan dudukan katup 2. Pegas katup lemah sehingga katup dan dudukan katup bocor 3. Permukaan kepala silinder melengkung sehingga gas bocor 	<p><i>Margin</i> katup dan dudukan katup disekur, mengganti katup atau dudukan katup bila keausan melebihi batas limit</p> <p>Pegas perludiganti</p> <p>Permukaan diratakan atau dibubut, bila melebihi batas <i>limit</i> pemakaian harus</p>

			diganti
		4. Gasket rusak atau pecah 5. Penyetelan celah katup tidak tepat	Diganti Celah katup disetel ulang



BAB III

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan pemaparan pada laporan Tugas Akhir ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Mesin diesel Isuzu C190 ini memiliki empat silinder dengan delapan katup yaitu empat katup masuk (*intake valve*) dan empat katup buang (*exhaust valve*). Pada Isuzu C190 ini memakai jenis katup tipe OHV (*Over Head Valve*) yang digerakkan dengan *timing gear*. Mekanisme katup pada Isuzu C190 ini terdiri atas komponen-komponen antara lain: katup (*valve*), dudukan katup, penghantar katup (*valve guide*), pegas katup (*valve spring*), pengangkat katup (*valve lifter*), poros nok (*chamshaf*), batang penekan (*push rod*), *rocker arm*.
2. Besar sudut pembukaan dan penutupan katup sangat mempengaruhi *efisiensi volumetric* sehingga hal ini sangat berpengaruh terhadap performa mesin. Pada mesin Isuzu C190 ini lama sudut pembukaan katup hisap 225° , lama pembukaan katup buang 231° , lama *overlapping* 14° .
3. Perubahan penyetelan celah katup masuk mempengaruhi konsumsi bahan bakar dan putaran mesin. Pada celah katup masuk yang disetel lebih rapat, konsumsi bahan bakar akan lebih banyak dan putaran mesin meningkat, pada celah katup yang disetel lebih renggang, putaran mesin akan menurun dan konsumsi bahan bakar lebih sedikit. celah katup terbaik adalah 0.4 mm sesuai dengan spesifikasi pabrik. Pada celah katup 0.4 mm pemuaiian komponen

mekanisme katup akibat panas yang tinggi dapat diberi ruang dan diperoleh ketepatan waktu saat membuka ataupun menutupnya katup sehingga tenaga mesin dapat terjaga dengan optimal.

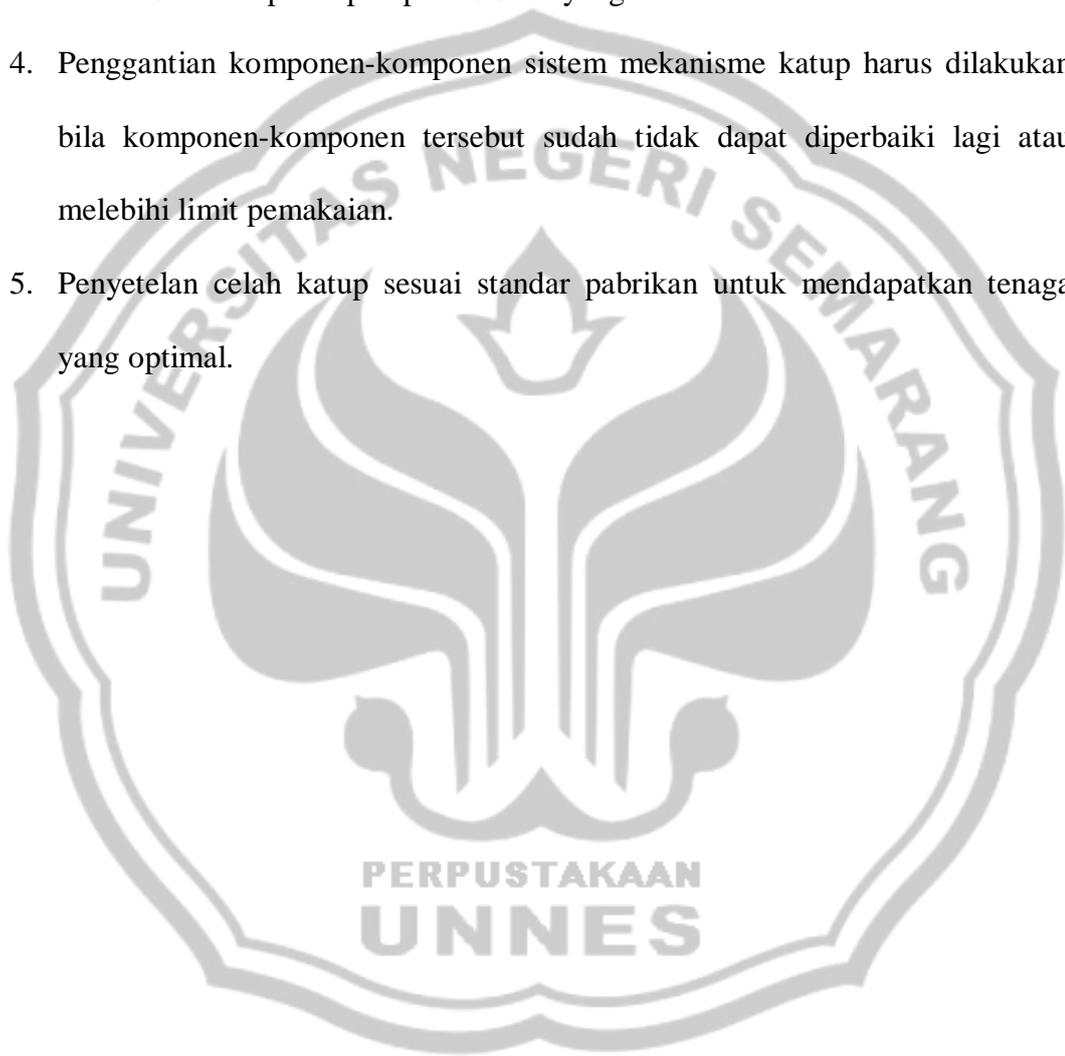
4. Gangguan-gangguan yang sering terjadi pada mekanisme katup mesin Toyota Isuzu C190 antara lain: celah katup terlalu lebar atau terlalu sempit cara mengatasinya dengan melakukan penyetelan ulang sesuai dengan ukuran standar spesifikasinya, sudut pembukaan dan penutupan katup kecil cara mengatasinya dengan melakukan penggantian poros nok bila sudah melewati batas limit pemakaian, posisi persinggungan katup dengan dudukan katup tidak rata dan tidak rapat cara mengatasinya dengan menggerinda dudukan katup dan melakukan penyekuran, tegangan pegas lemah cara mengatasinya dengan mengganti pegas katup, keausan pada komponen mekanisme katup cara mengatasinya dengan melakukan penggantian pada komponen yang mengalami keausan.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini terdapat kekurangan yaitu tidak diketahui perubahan suhu mesin, waktu dimana suhu mesin mulai tetap (*steady*) dan jumlah udara yang masuk kesilinder. Diharapkan pada penelitian berikutnya akan memperhatikan kedua hal tersebut karena dapat mempengaruhi pembakaran, efisiensi konsumsi bahan bakar dan efisiensi volumetrik didalam ruang bakar.

2. Gunakan oli yang berkualitas untuk melumasi mesin. Oli yang dianjurkan pada Isuzu C190 adalah SAE 20W/50.
3. Perawatan dan perbaikan secara teratur perlu dilakukan agar tidak menimbulkan dampak kerusakan pada komponen-komponen sistem mekanisme katup maupun pada sistem yang lain.
4. Penggantian komponen-komponen sistem mekanisme katup harus dilakukan bila komponen-komponen tersebut sudah tidak dapat diperbaiki lagi atau melebihi limit pemakaian.
5. Penyetelan celah katup sesuai standar pabrikan untuk mendapatkan tenaga yang optimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1997. "*Mekanisme mesin diesel dan bensin*". Jakarta: Isuzu Training Center
- 1996. "*New Step 1 Training Manual*". Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- 1995. "*Step 2 Engine Group*". Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Boentarto, 2000. "*Mengatasi Kerusakan Mesin Diesel*", Jakarta : Puspa Swarna
- Teiseran, E. 1999. "*Teknik Motor*". Yogyakarta: Liberty
- Saleh. A.M. 1993. "*Tune up dan perawatan*". Jakarta



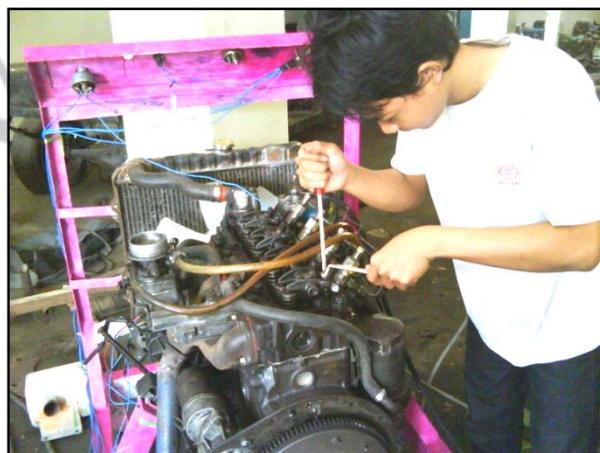
DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar 1. *Tool set* dan perlengkapan penelitian



Gambar 2. Pembacaan alat ukur konsumsi bahan bakar



Gambar 3. Penyetelan celah katup

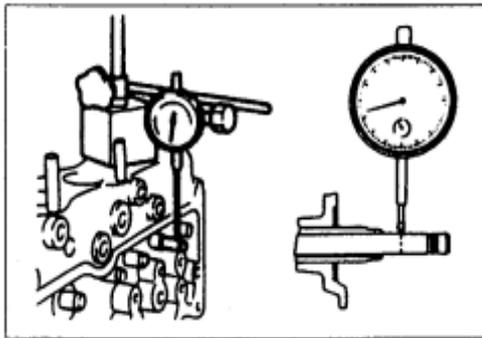
*Lampiran 2***DOKUMENTASI ALAT TUGAS AKHIR**

Gambar 4. Alat Tugas Akhir pandangan samping



Gambar 5. Alat Tugas Akhir pandangan belakang

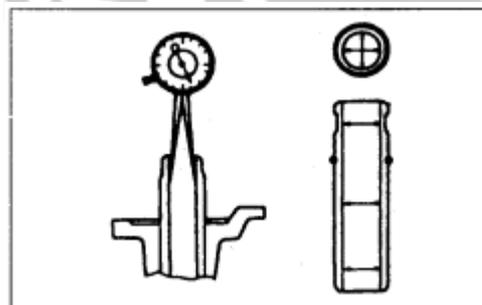
Lampiran 3

Standart Operational Prosedure Pemeriksaan dan Penggantian Komponen**Mekanisme Katup Isuzu C190.****VALVE GUIDE****Celah Valve dan Valve Guide****Metode Pengukuran I**

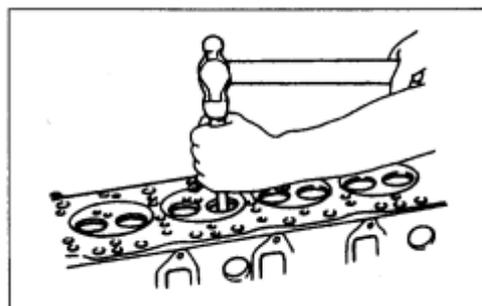
1. Masukkan *valve stem* kedalam *valve guide*, lalu set jarum pada dial indikator ke posisi nol.
2. Gerakkan kepala katup dari sisi kesisi. Baca dial indikator. Apabila angka pengukuran melebihi batas spesifikasinya, *valve* dan *valve guide* harus diganti satu set.

Celah Valve Stem

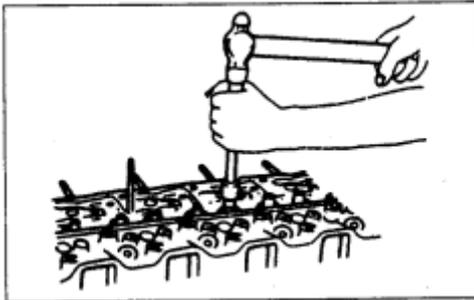
Katup	Standar	Batas
Katup hisap	0.039-0.069 mm	0.200 mm
Katup buang	0.064-0.093 mm	0.250 mm

**Metode Pengukuran II**

1. Ukur diameter batang katup. Lihat pada item diameter batang luar katup
2. Gunakan *califer calibrator* atau *telescouping gauge* untuk mengukur diameter dalam *valve guide*

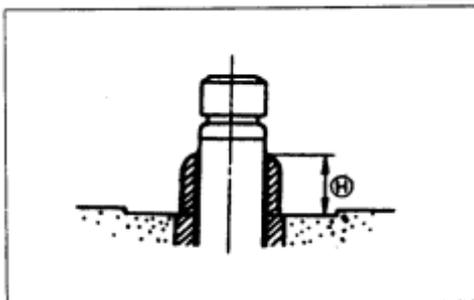
**Penggantian Valve Guide****Membuka Valve Guide**

Gunakan palu dan alat pembuka *valve guide* untuk mengeluarkan *valve guide* dari permukaan bawah kepala silinder



Pemasangan Valve Guide

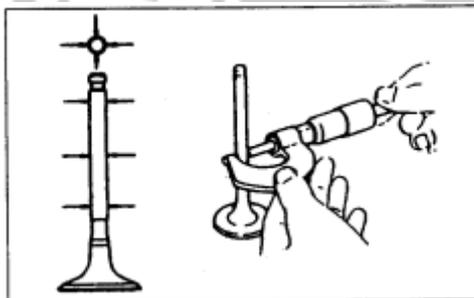
1. Oleskan oli mesin kesekitar bagian luar *valve guide*
2. Pasang alat pemasang *valve guide* ke *valve guide*
3. Gunakan palu untuk memasukan *valve guide* kedalam tempatnya dari permukaan atas kepala silinder



4. Ukur ketinggian *valve guide* dari permukaan atas kepala silinder sampai ujung *valve guide*

Ketinggian ujung *valve guide* 13 mm

Apabila *valve guide* dibuka, kedua *valve* dan *valve guide* harus diganti satu set.



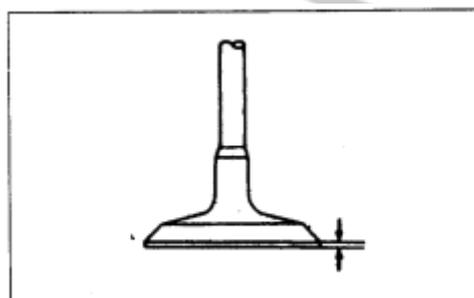
KATUP DAN DUDUKAN KATUP

Diameter Luar Batang Katup

ukur diameter batang katup pada tiga tempat apabila angka pengukuran lebih kecil dari batas spesifikasinya katup dan *valve guide* harus diganti satu set

Diameter Batang Luar Katup

	Standar (mm)	Batas (mm)
Katup Hisap	7.946-7.961	7.880 mm
Katup Buang	7.921-7.936	7.850 mm

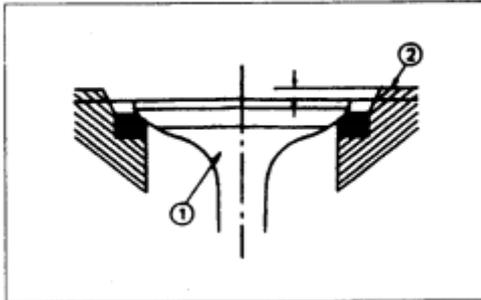


Ketebalan Katup

Ukur ketebalan katup

Apabila angka pengukuran lebih kecil dari batas spesifikasinya, katup dan *valve guide* harus diganti satu set.

Standar (mm)	Batas (mm)
1.8	1.5



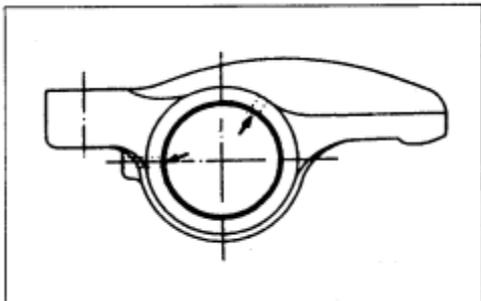
katup

Depresi Katup

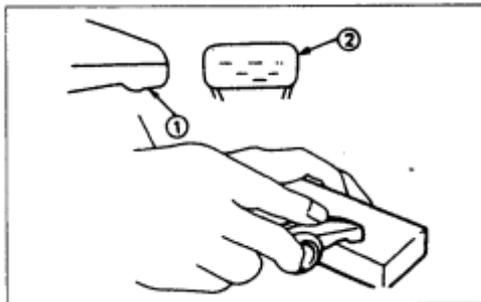
1. Pasang katup 1 ke kepala silinder
2. Gunakan mistar dan alat pengukur celah untuk mengukur depresi katup dari permukaan bawah kepala silinder

Apabila angka pengukuran melebihi batas spesifikasinya, gantilah dudukan

	Standar (mm)	Batas (mm)
Hisap	0.73	1.28
Buang	0.70	1.20

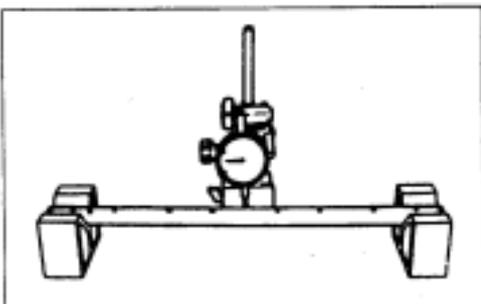


3. Periksa apabila lubang oli pada rocker arm tidak tersumbat bila perlu gunakan udara untuk membersihkan lubang oli



Memperbaiki *Rocker Arm*

1. Periksa *rocker arm* yang berhubungan dengan batang katup pada permukaan yang aus 1 dan bergaris 2.
2. Apabila ausnya sedikit, atau berharis perbaikilah dengan oli stone.
3. Apabila ausnya parah/berkurang, gantilah rocker arm.

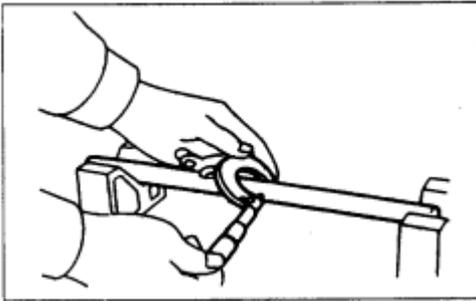


POROS ROCKER ARM DAN ROCKER ARM

Kelengkapan Poros *Rocker Arm*

1. Letakkan poros *rocker arm* pada V.blok
2. Gunakan *dial indikator* untuk mengukur kelengkungan poros *rocker arm*

apabila kelengkungan poros *rocker arm* melebihi batas spesifikasi, gantilah poros rocker arm. Batas spesifikasi kelengkungan 0.3 mm

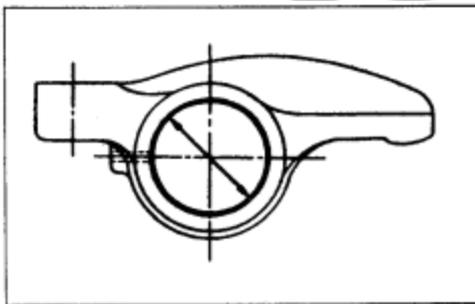


Diameter Luar Poros *Rocker Arm*

Gunakan *micrometer* untuk mengukur diameter luar poros *rocker arm*, apabila angka pengukuran lebih kecil dari batas spesifikasi, gantilah poros *rocker arm*.

Diameter Luar Poros *Rocker Arm*

Standar (mm)	Batas (mm)
18.98-19.00	18.90



Celah Poros *Rocker Arm* dan *Rocker Arm*

1. Gunakan *vernier caliper*, *dial indicator* untuk mengukur diameter dalam *rocker arm*

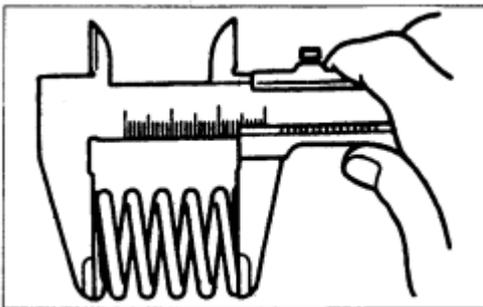
Diameter Dalam Poros *Rocker Arm*

Standar (mm)	Batas (mm)
19.036-19.060	19.100

2. Ukur diameter luar poros *rocker arm*, apabila angka pengukuran melebihi batas spesifikasinya, ganti *rocker arm* atau poros *rocker arm*

Celah Poros *Rocker Arm* dan *Rocker Arm*

Standar (mm)	Batas (mm)
0.01-0.05	0.20



PEGAS KATUP

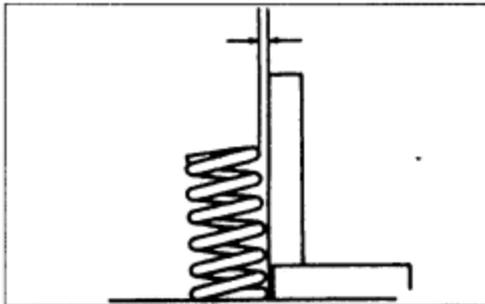
Ketinggian Pegas Katup

Gunakan jangka sorong untuk mengukur panjang bebas pegas katup.

Apabila angka pengukuran lebih kecil dari batas spesifikasinya, gantilah pegas katup

Ketinggian Pegas Katup Bagian Luar dan Dalam

	Standar (mm)	Limit (mm)
Inner spring	45.3	44.4
Outer spring	49.3	48.2

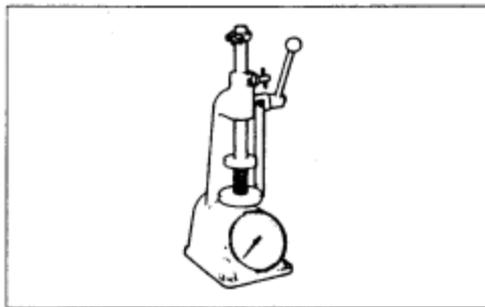


Kemiringan Pegas Katup

Gunakan pelat yang rata dan siku-siku untuk mengukur kemiringan pegas, apabila angka pengukuran melebihi batas spesifikasinya, gantilah pegas katup

Kemiringan Pegas Katup Bagian Luar dan Dalam

	Standar (mm)	Limit (mm)
Inner spring	45.3	44.4
Outer spring	49.7	48.2

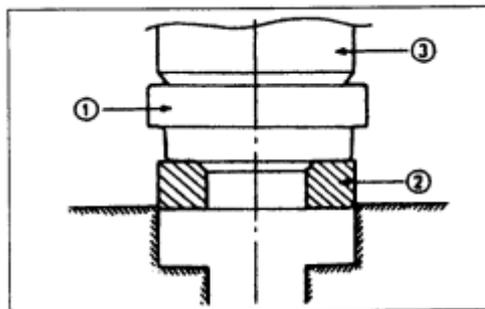


Tegangan Pegas Katup

Gunakan alat penguji pegas untuk mengukur tegangan pegas katup, apabila angka pengukuran lebih kecil dari batas spesifikasinya, gantilah pegas katup

Tegangan Pegas Katup

	ketinggian pada waktu ditekan (mm)	Standar (kg.f/mm ²)	Batas (kg.f/mm ²)
Pegas dalam	37.0	5.9	5.0
Pegas luar	39.0	20.9	18.1



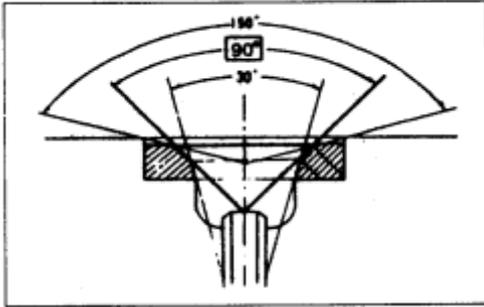
Pemasangan Dudukan Katup

1. Tepatkan alat pemasang 1 diatas penyisip dudukan katup 2 (alat pemasang lebih kecil dari pada penyisip dudukan katup)

Pemukaan yang berhubungan dengan dudukan katup harus halus.

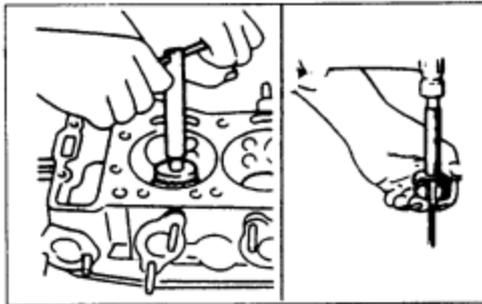
2. Gunakan alat pres 3 untuk memasang/menekan dudukan katup ketempatnya

Jangan terlalu kuat memberikan tekanan pada dudukan katup akibatnya dudukan katup akan menjadi rusak.



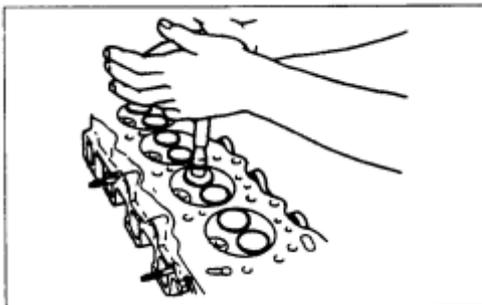
Membetulkan Dudukan Katup

1. Bersihkan karbon dari permukaan dudukan katup
2. Gunakan kape (15° , 45° , 75°) pada bagian yang kasar, agar pada bagian yang kasar saja dan jangan dibersihkan terlalu dalam.
Hati-hati jangan sampai cacat pada area permukaan katup.



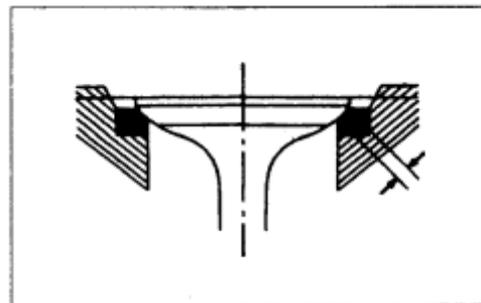
Sudut dudukan katup 45° .

Gunakan alat pembuat dudukan katup jangan sampai alat pembuat dudukan katup tidak rata pada bagian dalam valve guide.



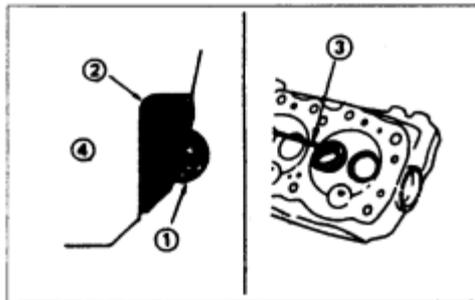
3. Oleskan compound pada permukaan dudukan katup
4. Masukkan katup ke dalam *valve guide*
5. Putar katup sambil memukul katup masuk kedalam dudukan katup
6. Periksa apakah bidang seluruh katup sudah benar.
7. Periksa apakah dudukan permukaan katup sudah berhubungan dengan bagian dalam sekeliling katup.

Lebar bidang sentuh katup
periksa hubungan katup dari kekerasan,
lakukanlah agar katup menjadi halus
bidang sentuhnya
ukur lebar bidang sentuh katup



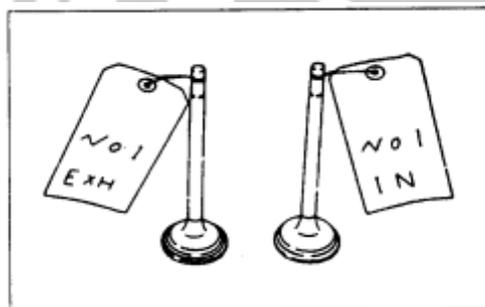
Lebar Bidang Sentuh Katup

	Standar (mm)	Batas (mm)
Hisap	1.7	2.2
Buang	2.0	2.5



Penggantian Dudukan Katup Membuka Dudukan Katup

1. Buatlah tonjolan logam dengan las lisrik 1 pada penyisip dudukan katup
2. Biarkan penyisip dudukan katup mendinginkan beberapa menit untuk memudahkan pembukaan dudukan katup
3. Gunakan obeng 3 ungitlah agar dudukan katup terbuka hati-hati jangan sampai kepala silinder 4 rusak
4. Bersihkan karbon atau benda asing yang menempel didudukan katup pada kepala silinder



Apabila katup hisap dan katup buang akan dipasang kembali, berikanlah tanda pada setiap katup sesuai dengan nomor silinder pada waktu membuka. Apabila katup hisap dan buang kembali valve guide harus diganti

Filename: 6082
Directory: D:\AJIEK Digilib
Template: C:\Users\Pak
DEDE\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Normal.dotm
Title:
Subject:
Author: ipul
Keywords:
Comments:
Creation Date: 17/03/2011 0:17:00
Change Number: 3
Last Saved On: 17/03/2011 23:39:00
Last Saved By: pakdede
Total Editing Time: 53 Minutes
Last Printed On: 21/03/2011 7:47:00
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 74
Number of Words: 10.916 (approx.)
Number of Characters: 62.225 (approx.)