

OPTIMALISASI PENYETELAN CELAH KATUP TERHADAP TEKANAN KOMPRESI PADA KENDARAAN ISUZU PHANTER

Suhendro Oktosatrio¹, Sugihandoko², Taufan Tjandra Kusuma³

Teknik Mesin Pertahanan. Akademi Militer Magelang^{1,2,3}

suhendrooktosatrio@nikmesinhan.akmil.ac.id, sugihandoko@nikmesinhan.akmil.ac.id,

taufantjandrakusuma@nikmesinhan.akmil.ac.id

Abstract

This study aims to determine the effect of valve clearance adjustment on compression pressure and fuel consumption in the Isuzu Panther Bravo vehicle. The background of this research is based on the frequent inaccuracies in valve clearance adjustments caused by the improper use of measuring tools, such as using paper instead of a proper fuller gauge. Incorrect valve clearance settings can lead to various engine problems. When the valve clearance is too tight, the compression pressure becomes low, the engine overheats easily, fuel consumption increases, engine power decreases, and the engine becomes difficult to start. Conversely, if the valve clearance is too wide, the compression pressure also decreases, engine power is reduced, and a knocking or "ticking" sound appears when the engine is running. The research was conducted using nine different valve clearance settings, both for the intake and exhaust valves, ranging from 0.20 mm to 0.60 mm. Each variation was tested using a compression pressure gauge to measure the resulting pressure for each setting. The test results showed varying but relatively close values, so an average was calculated to determine the most ideal valve clearance. The findings of this study are expected to provide practical guidance in setting the correct valve clearance to achieve optimal compression pressure and maximum fuel efficiency in the Isuzu Panther Bravo engine. Moreover, it emphasizes the importance of using the proper measuring instrument, such as a fuller gauge, to ensure accuracy in valve clearance adjustments.

Keywords: valve clearance, compression pressure, engine efficiency, Isuzu Panther, optimization.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penyetelan celah katup terhadap tekanan kompresi dan konsumsi bahan bakar pada kendaraan Isuzu Panther Bravo. Latar belakang penelitian ini didasari oleh masih banyaknya kesalahan dalam penyetelan celah katup akibat penggunaan alat ukur yang kurang tepat, seperti penggunaan kertas pengganti fuller gauge. Ketidaktepatan penyetelan celah katup dapat menyebabkan berbagai permasalahan pada mesin. Bila celah katup terlalu sempit, tekanan kompresi menjadi rendah, mesin cepat panas, konsumsi bahan bakar meningkat, tenaga berkurang, dan mesin sulit dihidupkan. Sebaliknya, jika celah katup terlalu lebar, tekanan kompresi juga menurun, tenaga mesin berkurang, dan timbul suara "gelitik" saat mesin hidup. Penelitian dilakukan dengan variasi sembilan ukuran celah katup, baik untuk katup masuk maupun keluar, mulai dari 0,20 mm hingga 0,60 mm. Setiap variasi diuji menggunakan alat ukur tekanan kompresi untuk mengetahui hasil tekanan yang dihasilkan oleh masing-masing penyetelan. Dari serangkaian percobaan tersebut diperoleh hasil yang bervariasi namun dengan selisih yang tipis, sehingga dilakukan perhitungan rata-rata untuk menentukan ukuran celah katup yang paling ideal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan acuan praktis dalam menentukan penyetelan celah katup yang tepat guna memperoleh tekanan kompresi optimal dan efisiensi bahan bakar maksimal pada kendaraan Isuzu Panther Bravo, sekaligus menegaskan pentingnya penggunaan alat ukur yang sesuai standar seperti fuller gauge dalam proses penyetelan katup.

Kata kunci: celah katup, tekanan kompresi, efisiensi mesin, Isuzu Panther Bravo, optimalisasi penyetelan.

PENDAHULUAN

Pada dewasa ini kita telah mengetahui perkembangan iptek yang sangat luar biasa cepatnya. Begitu juga tentang perkembangan alutsista yang dimiliki TNI-AD dalam mendukung tugas pokok TNI-AD yaitu mempertahankan kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia. Untuk mendukung mobilitas TNI-AD dalam melaksanakan berbagai tugas tentunya memerlukan alat angkut baik darat, laut dan udara. Untuk alat angkut darat dapat ditemukan berbagai macam diantaranya kendaraan roda empat baik yang bermesin diesel dan bensin. Akademi militer memiliki berbagai jenis kendaraan yang dipakai untuk melaksanakan tugas personil. Diantaranya kendaraan dinas oleh kepala departemen di akademi militer yaitu jenis isuzu phanter bravo. Jenis kendaraan ini bermesin diesel yang menggunakan bahan bakar solar. Dalam sistem kerja mesin diesel sendiri banyak sekali ditemukan permasalahan yang terjadi. Diantaranya masalah penyetelan katup. Untuk para teknisi Akademi Militer dalam hal penyetelan katup pada mesin biasanya tidak sesuai prosedur. Para teknisi tersebut biasanya menggunakan selembar kertas untuk mengukur celah valve pada kendaraan-kendaraan yang diperbaiki. Padahal untuk mengukur celah valve itu sendiri mempunyai alat ukur yang disebut "fuller gauge". Kita ketahui penyetelan celah katup yang tidak tepat bisa mempengaruhi kinerja mesin diesel dan mempengaruhi konsumsi bahan bakar yang digunakan.

LANDASAN TEORI

Pengertian Motor Bakar.

Suatu kendaraan memerlukan adanya tenaga luar yang memungkinkan kendaraan dapat bergerak serta dapat mengatasi keadaan, jalan dan udara. Sumber dari luar yang menghasilkan tenaga disebut mesin. Mesin merupakan alat yang merubah sumber tenaga panas menjadi tenaga mekanik. Mesin yang mengubah energi panas dari proses pembakaran bahan bakar didalam maupun diluar mesin menjadi tenaga mekanik yang digunakan untuk melakukan kerja

umumnya disebut motor bakar atau mesin kerja.

Motor bakar terbagi menjadi dua yaitu motor pembakaran dalam (*internal Combustion Engine*) dimana tenaga panas dihasilkan dalam mesin itu sendiri. Sebagai contoh mesin diesel dan mesin bensin. Motor pembakaran luar (*External Combustion Engine*), dimana tenaga panas yang dihasilkan dari luar mesin, akan tetapi masih dalam satu unit mesin. Contohnya: mesin uap, mesin turbin dan lain-lain

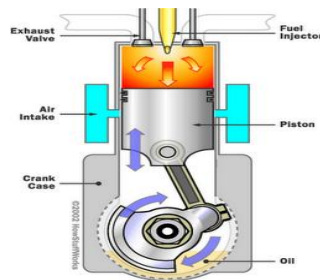
Motor Diesel.

Pada motor diesel udara dimasukkan kedalam silinder selama langkah hisap. Kemudian dikompresikan sampai tekanan yang sangat tinggi suhu nya juga naik dan dapat meyalakan bahan bakar yang diinjeksikan kedalam silinder. Pada perbandingan kompresi maka tekanan terhadap suhu udara pada saat akhir langkah kompresi masing-masing dapat mencapai 20-70 atm dan 400° sampai 700 ° celcius.

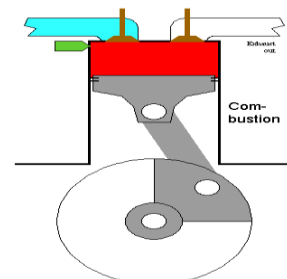
Bahan bakar diinjeksi saat mendekati akhir langkah kompresi sehingga memerlukan tekanan injeksi yang cukup tinggi. Proses injeksi bahan bakar akan pecah menjadi pancaran halus dengan tetesan yang Bahan bakar diinjeksi saat mendekati akhir langkah kompresi sehingga memerlukan tekanan injeksi yang cukup tinggi. Proses injeksi bahan bakar akan pecah menjadi pancaran halus dengan tetesan yang sangat kecil (*droplest*). Droplest ini menyerap panas dari udara yg terkompresi tadi. Permukaan luar droplest akan menguap dan bercampur dengan udara membentuk campuran udara bahan bakar. Karena proses perpindahan panas terus berlangsung maka suhu campuran akan naik sampai diatas suhu penyalaannya tersebut kelambatan penyalaaan (*ignition delay*), lamanya sekitar 0,001 detik untuk mesin kecepatan rendah. Setelah penyalaaan suhu dan tekanan gas naik dengan cepat. Periode lamanya injeksi berlangsung sekitar 25° engkol, sehingga proses penguapan dan mixing seterusnya berlangsung dengan rate yang makin berkurangnya dengan meningkatnya pembakaran sehingga panas yang dilepas seterusnya berkurang.

Cara Kerja Motor Diesel.

Motor diesel dikategorikan sebagai motor bakar torak dan mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*). Prinsip kerja motor diesel adalah merubah energi kimia menjadi energi mekanis. Energi kimia diperoleh dari reaksi kimia (pembakaran) dari bahan bakar solar dan oksider (udara) dalam silinder (ruang bakar). Pembakaran pada mesin diesel terjadi karena kenaikan temperatur campuran bahan bakar dan udara akibat kompresi torak hingga mencapai temperatur nyala.



Gambar 1. Cara Kerja Motor Diesel



Gambar 2. Poros Engkol

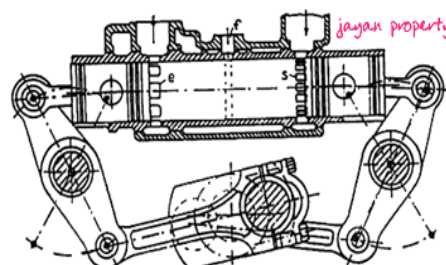
Cara kerja motor diesel :

Pertama: Pada ruang bakar mesin, udara masuk dan saluran masuk terbuka.

Kedua : Terjadi langkah kompresi yaitu penekanan udara, langkah disini menghasilkan peningkatan tekanan dan suhu yang cukup tinggi. Saat kompresi menuju titik mati atas (TMA) maka fuel injector akan memasukkan bahan bakar dengan mengkabutkannya. Karena suhunya tinggi dan ada bahan bakar yang telah masuk dari fuel injektor berupa gas maka campuran tersebut akan terbakar.

Ketiga: Tekanan gas hasil pembakaran bahan bakar dan udara akan mendorong torak yang akan menghubungkan dengan poros engkol menggunakan batang torak, sehingga torak dapat bekerja bolak-balik (*reciprocating*). Gerak bolak balik torak akan dirubah menjadi gerak rotasi oleh poros engkol (*crank shaft*). Dan sebaliknya gerak rotasi poros engkol juga diubah menjadi gerak bolak balik torak pada alangkah kompresi.

Keempat: Saat torak bergerak keatas dan menekan udara hasil pembakaran keluar udara melalui knalpot saluran keluarnya terbuka.



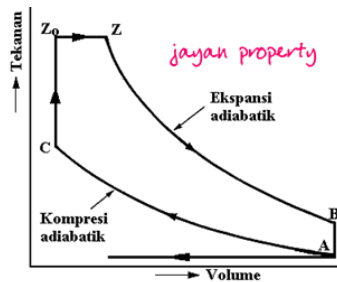
Gambar 3. Gerak tolak balik Torak



Berdasarkan cara menganalisa sistem kerjanya, motor diesel dibedakan menjadi dua, yaitu motor diesel yang menggunakan sistem *air less injection* (*solid injection*) yang menganalisa dengan siklus dual dan motor diesel yang menggunakan sistem *air injection* yang menganalisa dengan siklus diesel sedangkan motor bensin dianalisa dengan siklus otto.

Diagram P-V Siklus Diesel Dua Langkah.

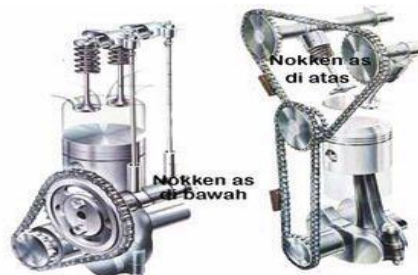
Perbedaan antara motor diesel dan motor bensin yang nyata adalah terletak pada proses pembakaran bahan bakar, pada motor bensin pembakaran bahan bakar terjadi karena adanya loncatan api listrik yang ditimbulkan oleh dua elektroda busi, sedangkan pada motor diesel pembakaran terjadi karena kenaikan temperatur campuran bahan bakar dengan udara hingga mencapai temperatur yang nyala akibat kompresi torak. Karena prinsip penyalaan bahan bakarnya akibat tekanan maka motor diesel juga disebut (*compression ignition engine*) sedangkan motor bensin disebut juga (*spark ignition engine*).



Gambar 4. Langkah Kompresi

Mekanisme Katup.

Mekanisme katup berfungsi untuk membuka dan menutup katup pada saat tertentu, yaitu memasukan campuran udara dan bahan bakar kedalam silinder serta membuang gas keluar. Ditinjau dari penempatan camshaft berikut porosnya, mekanisme katup dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu tipe OHV dan OHC.



Gambar 5. Tipe OHV dan OHC

Tipe Over Head Valve (OHV)

Disebut juga sistem katup kepala, jenis ini pemasangan kedua katupnya terdapat pada cylinder head. Sedangkan camshaft ditempatkan pada cylinder block. Pada tipe ini untuk menggerakkan katup tersebut, dibutuhkan beberapa alat bantu seperti *valve lifter*, *push rod*, *rocker arm* dan lain-lain. Untuk tipe OHV penhubung antara *crankshaft* dan *camshaft* menggunakan model *timing gear* maupun *timing chain*.

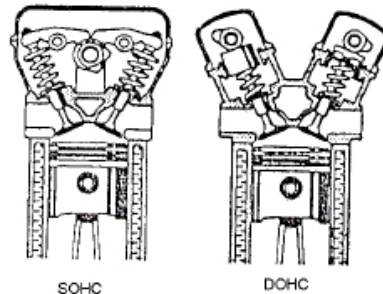


Gambar 6. Tipe Over Head Valve



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.



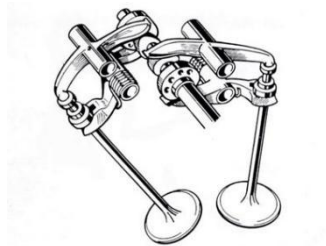
Gambar 7. Tipe Over Head Camshaft

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.

Bagian-bagian mekanisme katup :

a. Katup

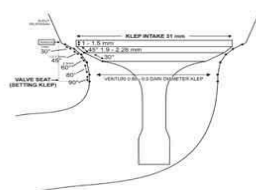
Katup berfungsi untuk membuka dan menutup saluran masuk dan saluran buang pada tiap-tiap silinder. Pada tiap-tiap silinder dilengkapi dengan dua buah katup yaitu katup hisap dan katup buang.



Gambar 8. Katup

Bentuk kepala katup disesuaikan dengan kebutuhannya agar gas yang masuk dan yang keluar dapat mengalir dengan lancar. Di samping itu pada kedua katup terdapat suatu permukaan yang nantinya akan berhimpitan dengan dudukan katup. Bagian katup yang berhimpitan ini disebut permukaan katup. Permukaan katup dibuat miring yang sesuai dengan kamiringan pada permukaan katup. Kepala katup sering juga disebut sebagai daun katup, untuk katup hisap diameternya lebih besar bila di banding dengan katup buang. Hal ini dimaksudkan agar pemasukan gas bersih ke dalam silinder dapat lebih sempurna. Temperatur rata-rata yang sering terjadi pada daun katup hisap adalah sekitar 250°C sampai dengan 275°C sedangkan temperatur pada daun katup buang sekitar 700°C sampai dengan 760°C. Perbedaan ini diakibatkan karena pada katup hisap hanya dilewati gas bersih yang dingin sehingga temperaturnya lebih rendah dari pada katup buang. Sedangkan pada katup buang terus menerus dilewati oleh gas bekas pembakaran yang panas. Dengan temperatur tersebut di atas maka sudah seharusnya daun-daun katup tidak boleh berpijar karena akan menimbulkan pre ignition atau knocking. Agar dapat memenuhi ketentuan di atas maka bahan katup buang dibuat lebih kuat dari bahan katup hisap. Di samping itu juga bahan katup harus mempunyai angka pemuai yang kecil agar kerja mesin dapat sempurna.

a. Dudukan Katup

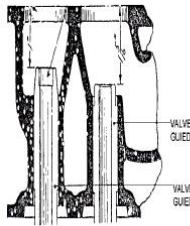


Gambar 9. Dudukan Katup

Dudukan katup berfungsi sebagai tempat duduknya kepala katup. Antara kepala katup dengan dudukan katup harus sama-sama membuat persinggungan yang pas 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 dudukan katup yang lain dari blok mesin atau kepala silindernya dimana bahan dari dudukan katup biasanya dibuat lebih kuat dan lebih spesial daripada bahan blok mesin atau kepala silinder. Hal ini dimaksudkan agar dudukan katup dapat diganti-ganti seperti katupnya dan harganya lebih murah dibanding dengan harus mengganti blok mesin atau kepala silinder.

Walaupun bahan dari dudukan katup berlainan dengan bahan blok mesin atau kepala silindernya namun tingkat pemuaian akibat panas dari dudukan katup harus sama dengan tingkat pemuaian dari blok mesin atau kepala silinder. Hal ini dimaksudkan agar pada saat terjadi pemuaian karena panas pembakaran dudukan katup dan blok mesin atau kepala silinder akan sama-sama memuai dengan pemuaian yang sama sehingga tetap terjadi perkaitan antara dudukan katup dengan tempatnya dan dudukan katup tidak mungkin keluar dari tempatnya. Diameter dudukan harus dibuat lebih besar dari diameter tempatnya agar terjadi perkaitan yang kuat pada saat dudukan katup terpasang pada tempatnya.

b. Pengantar Katup



Gambar 10. Pengantar Katup

Berupa lubang pada kepala silinder yang fungsinya untuk memegang atau menjaga jalannya katup ketika naik-turun. Bantalan ini juga sebagai media bagi katup untuk menyalurkan panas. Bentuk bantalan ini ada dua macam : tipe replaceable 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. Dilihat dari fungsinya, peranan penghantar katup sangatlah penting. Misalkan terjadi keretakan pada penghantar katup sangat membahayakan sekali.

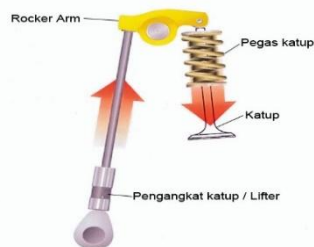
c. Pegas Katup



Gambar 11. Pegas Katup

Pegas katup berfungsi untuk mengembalikan katup agar tetap dalam keadaan rapat pada kedudukan semula setelah katup bekerja membuka. Disamping itu telah diketahui bahwa kerja katup adalah membuka dan menutup yang disesuaikan dengan langkah torak. Pada saat katup membuka katup digerakkan oleh poros nok dan pada saat menutup katup digerakkan oleh pegas katup. Gerakan katup akan cepat atau lambat tergantung dari kecepatan putaran poros bubungan atau kecepatan putaran poros engkol. Gerakan katup menutup harus dapat mengikuti kecepatan dari putaran poros engkol agar tercapai efisiensi kerja mesin yang tinggi.

d. Pengangkat Katup



Gambar 12. Pengangkat Katup



Pengangkat katup (*valve lifter*) adalah komponen yang berbentuk silinder pada mesin OHV, masing-masing dihubungkan dengan nok yang berhubungan dengan katup melalui batang penekan (*pushrod*). Pengangkat katup bergerak turun naik pada pengantarnya yang terdapat di dalam blok silinder, saat sumbu nok berputar juga membuka dan menutup katup.

e. Poros Nok (*Camshaft*)

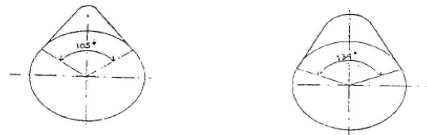
Poros nok mempunyai fungsi untuk mengatur saat pembukaan dan penutupan katup secara periodik.



Gambar 13. Poros Nok (*Camshaft*)

Jumlah nok sama dengan jumlah katup-katupnya. Poros nok dilengkapi dengan sebuah roda gigi yang berfungsi untuk menggerakkan distributor dan sebuah nok untuk menggerakkan pompa diesel.

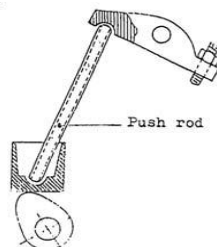
Di atas nok ditempatkan *valve lifter* dan membuat gerakan naik turun menurut bentuk nok (*cam*). Bentuk nok menentukan gerakan *valve lifter*.



Gambar 14. Bubungan untuk masa kerja katup singkat(kiri) dan panjang(kanan)

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

f. Batang penekan (*Push rod*)



Gambar 15. Push Rod

Push rod berfungsi untuk meneruskan gerakan dari pengangkat katup ke pelatuk katup. Push rod dibuat dari baja dan bagian bawahnya berbentuk bola. Sedangkan pada bagian atasnya berbentuk cekung ke dalam agar baut penyetel yang duduk di atasnya dapat menahan push rod agar tidak lepas dari dudukannya.

Peranan *push rod* pada mekanis katup hanya sebagai penghubung antara *valve lifter* dengan *rocker arm*. Walaupun bentuknya sangat sederhana *push rod* sangatlah penting pada mesin OHV. Mesin OHV tanpa *push rod*, katup tidak akan bisa bekerja.

g. Pelatuk katup (*rocker arm*).

Pelatuk katup berfungsi untuk menekan ujung batang katup agar katup dapat membuka. *Rocker arm* dipasang di atas kepala silinder, 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. Peran utama *rocker arm* pada mesin sebagai penghubung antara *push rod* dengan tangkai katup agar tangkai katup tertekan ke bawah.





Gambar 16 Rocker Arm

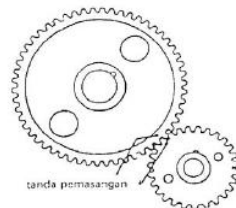
Apabila *rocker arm* tidak bekerja dengan sempurna akan berakibat suara mesin menjadi kasar dan bisa saja kerja mesin tidak optimal. Selain *rocker arm*, *rocker shaft* juga bisa mengganggu kerja dari mesin itu sendiri. Untuk menanggulangi hal tersebut sebaiknya dilakukan penggantian terhadap *rocker arm* maupun *rocker shaft*.

Metode Menggerakan Katup.

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

a. Model Timing Gear

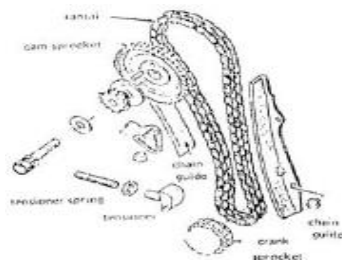
Metode ini digunakan pada mekanisme katup jenis mesin OHV (*Over Head Valve*), yang letak sumbu noknya di dalam blok silinder. *Timing gear* biasanya menimbulkan bunyi yang besar dibanding dengan rantai (*timing chain*), sehingga mesin diesel model penggerak katup ini menjadi kurang populer pada mesin diesel jaman modern ini.



Gambar 18. Timing Gear

b. Model Timing Chain

Model ini digunakan pada mesin OHC (*Over Head Camshaft*) dan DOHC (*Double Over Head Camshaft*) sumbu noknya terletak di atas kepala silinder. Sumbu nok digerakan oleh rantai (*timing chain*) dan roda gigi sprocket sebagai pengganti *timing gear*. *Timing chain* dan roda gigi *sprocket* dilumasi dengan oli.

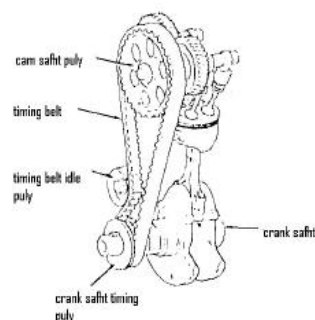


Gambar 19. Timing Chain

Tegangan rantai (*chain tension*) diatur oleh chain tensioner. *Chain vibration* (getaran rantai) dicegah oleh *chain vibration damper*. Sumbu nok yang digerakan oleh rantai hanya sedikit menimbulkan bunyi dibandingkan dengan roda gigi (*gear driven*) dan jenis ini amat populer.

c. Model Timing Belt

Sumbu nok digerakan oleh sabuk yang bergigi sebagai pengganti timing chain. Sabuk (*belt*) selain tidak menimbulkan bunyi dibanding dengan rantai (*chain*), juga tidak diperlukan penyetelan tegangan. Kelebihan lainnya *belt* lebih ringan dibanding dengan model lainnya. Oleh karena itu model ini banyak digunakan pada mesin. *Belt* penggerak sumbu nok ini dibuat dari fiber glass yang diperkuat dengan karet sehingga mempunyai daya regang yang baik dan hanya mempunyai penguluran yang kecil bila terjadi panas.



Gambar 20. Timing Belt

Sumbu nok digerakan oleh sabuk yang bergerigi sebagai pengganti timing chain. Sabuk (belt) selain tidak menimbulkan bunyi dibanding dengan rantai (chain), juga tidak diperlukan penyetelan ketegangan. Kelebihan lainnya (belt) lebih ringan dibanding dengan model lainnya. Oleh karena itu model ini banyak digunakan pada mesin. Belt penggerak sumbu nok ini dibuat dari fiber glas yang diperkuat dengan karet sehingga mempunyai daya renggang yang baik dan hanya mempunyai penguluran yang kecil bila terjadi panas.

METODE PENELITIAN

Dalam rancangan penelitian ini penulis membuat kerangka hubungan antara penyetelan celah katup dengan tekanan kompresi mesin. Untuk melakukan penelitian ini penulis mengambil langkah-langkah sebagai berikut:

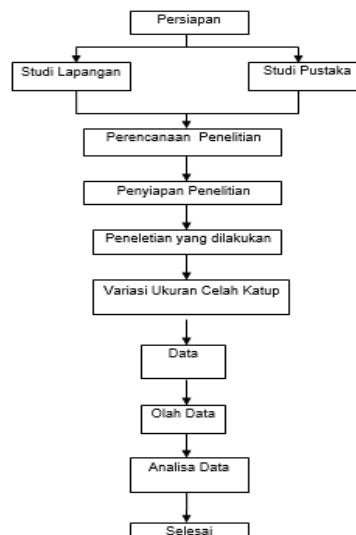
- Menentukan mesin mobil yang akan digunakan untuk penelitian dalam hal ini penulis menentukan mesin pada mobil PANTHER BRAVO
 - Menentukan langkah-langkah penyetelan celah katup dan pengukuran tekanan kompresi mesin.
- Di dalam penyetelan celah katup dan pengukuran tekanan kompresi mesin dilakukan sembilan kali ukuran celah katup dengan ukuran sebagai berikut :

NO	MASUK (mm)	KELUAR (mm)
A1	0,20	0,20
A2	0,25	0,25
A3	0,30	0,30
A4	0,35	0,35
A5	0,40	0,40
A6	0,45	0,45
A7	0,50	0,50
A8	0,55	0,55
A9	0,60	0,60

Pada setiap ukuran celah katup dilakukan sembilan kali penyetelan celah katup dan sembilan kali pengukuran tekanan kompresi mesin. Untuk mendapatkan hasil yang akurat penyetelan celah katup dan pengukuran tekanan kompresi mesin dilakukan pada saat keadaan mesin panas agar tidak terjadi perubahan besarnya ukuran celah katup. Untuk menentukan urutan penyetelan celah katup dibuat tabel sebagai berikut:

	A1	A2	A3	A4		A5	A6	A7	A8	A9
P1	A1P1	A2P1	A3P1	A4P1		A5P1	A6P1	A7P1	A8P1	A9P1
P2	A1P2	A2P2	A3P2	A4P2		A5P2	A6P2	A7P2	A8P2	A9P2
P3	A1P3	A2P3	A3P3	A4P3		A5P3	A6P3	A7P3	A8P3	A9P3
P4	A1P4	A2P4	A3P4	A4P4		A5P4	A6P4	A7P4	A8P4	A9P4
P5	A1P5	A2P5	A3P5	A4P5		A5P5	A6P5	A7P5	A8P5	A9P5
P6	A1P6	A2P6	A3P6	A4P6		A5P6	A6P6	A7P6	A8P6	A9P6
P7	A1P7	A2P7	A3P7	A4P7		A5P7	A6P7	A7P7	A8P7	A9P7
P8	A1P8	A2P8	A3P8	A4P8		A5P8	A6P8	A7P8	A8P8	A9P8
P9	A1P9	A2P9	A3P8	A4P9		A5P9	A6P9	A7P8	A8P9	A9P9

Diagram Alir.



**Alat dan Bahan.**

- a. Alat yang digunakan:
 - 1) Kunci Ring ukuran 10-11, 12-13.
 - 2) Obeng (-) .
 - 3) Fuller Gauge.
 - 4) Alat Tekanan Kompresi.
- b. Bahan yang digunakan:
Bahan Bakar Solar.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang telah penulis lakukan didapatkan bahwa:

- a. Pengukuran tekanan kompresi mesin pada saat penyetelan celah katup masuk 0,20 mm dan celah buang 0,20 mm (A1).

A1	TEKANAN KOMPRESI MESIN
P1	24,0 Kg/cm ²
P2	24,1 Kg/cm ²
P3	24,1 Kg/cm ²
P4	24,2 Kg/cm ²
P5	23,9 Kg/cm ²
P6	24,2 Kg/cm ²
P7	24,1 Kg/cm ²
P8	24,2 Kg/cm ²
P9	24,1Kg/cm ²

- b. Pengukuran tekanan kompresi mesin pada saat penyetelan celah katup masuk 0,25 mm dan celah buang 0,25 mm (A2).

A2	TEKANAN KOMPRESI MESIN
P1	25,3 Kg/cm ²
P2	25,2 Kg/cm ²
P3	25,3 Kg/cm ²
P4	25,3 Kg/cm ²
P5	25,4 Kg/cm ²
P6	25,2 Kg/cm ²
P7	25,3 Kg/cm ²
P8	25,4 Kg/cm ²
P9	25,3 Kg/cm ²

- c. Pengukuran tekanan kompresi mesin pada saat penyetelan celah katup masuk 0,30 mm dan celah buang 0,30 mm (A3).

A3	TEKANAN KOMPRESI MESIN
P1	26,4 Kg/cm ²
P2	26,5 Kg/cm ²
P3	26,5 Kg/cm ²
P4	26,5 Kg/cm ²
P5	26,6 Kg/cm ²
P6	26,6 Kg/cm ²
P7	26,4 Kg/cm ²
P8	26,5 Kg/cm ²
P9	26,5 Kg/cm ²

- d. Pengukuran tekanan kompresi mesin pada saat penyetelan celah katup masuk 0,35 mm dan celah buang 0,35 m (A4).

A4	TEKANAN KOMPRESI MESIN
P1	28,1 Kg/cm ²
P2	28,0 Kg/cm ²



P3	28,0 Kg/cm ²
P4	27,9 Kg/cm ²
P5	28,1 Kg/cm ²
P6	28,2 Kg/cm ²
P7	28,2 Kg/cm ²
P8	27,8 Kg/cm ²
P9	28,0 Kg/cm ²

e. Pengukuran tekanan kompresi mesin pada saat penyetelan celah katup masuk 0,40 mm dan celah buang 0,40 mm (A5).

A5	TEKANAN KOMPRESI MESIN
P1	28,6 Kg/cm ²
P2	28,7 Kg/cm ²
P3	28,7 Kg/cm ²
P4	28,7 Kg/cm ²
P5	28,7 Kg/cm ²
P6	28,8 Kg/cm ²
P7	28,6 Kg/cm ²
P8	28,8 Kg/cm ²
P9	28,7 Kg/cm ²

f. Pengukuran tekanan kompresi mesin pada saat penyetelan celah katup masuk 0,45 mm dan celah buang 0,45 mm (A6).

A6	TEKANAN KOMPRESI MESIN
P1	28,1 Kg/cm ²
P2	28,0 Kg/cm ²
P3	28,0 Kg/cm ²
P4	27,9 Kg/cm ²
P5	27,9 Kg/cm ²
P6	28,1 Kg/cm ²
P7	28,2 Kg/cm ²
P8	27,8 Kg/cm ²
P9	28,0 Kg/cm ²

g. Pengukuran tekanan kompresi mesin pada saat penyetelan celah katup masuk 0,50 mm dan celah buang 0,50 mm (A7).

A7	TEKANAN KOMPRESI MESIN
P1	26,7 Kg/cm ²
P2	26,6 Kg/cm ²
P3	26,5 Kg/cm ²
P4	26,8 Kg/cm ²
P5	26,8 Kg/cm ²
P6	26,9 Kg/cm ²
P7	26,7 Kg/cm ²
P8	26,7 Kg/cm ²
P9	26,6 Kg/cm ²

h. Pengukuran tekanan kompresi mesin pada saat penyetelan celah katup masuk 0,55 mm dan celah buang 0,55 mm (A8).

A8	TEKANAN KOMPRESI MESIN
P1	25,1 Kg/cm ²
P2	25,0 Kg/cm ²
P3	25,2 Kg/cm ²
P4	25,1 Kg/cm ²
P5	25,1 Kg/cm ²



P6	25,0Kg/cm ²
P7	25,1 Kg/cm ²
P8	25,2 Kg/cm ²
P9	25,1 Kg/cm ²

i. Pengukuran tekanan kompresi mesin pada saat penyetelan celah katup masuk 0,60 mm dan celah buang 0,60 mm (A9).

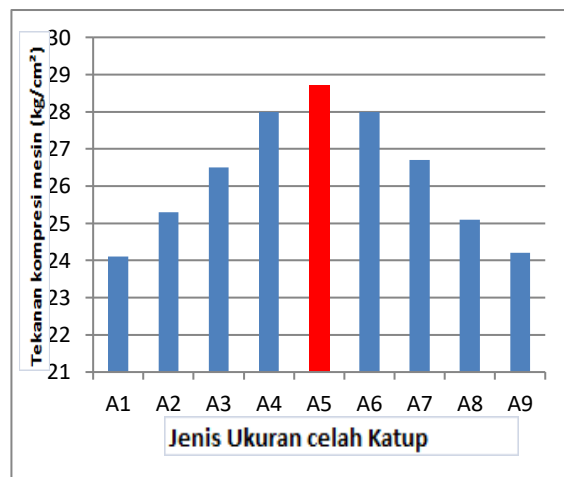
A9	TEKANAN KOMPRESI MESIN
P1	24,2 Kg/cm ²
P2	24,1 Kg/cm ²
P3	24,2 Kg/cm ²
P4	24,1 Kg/cm ²
P5	24,3 Kg/cm ²
P6	24,2 Kg/cm ²
P7	24,3Kg/cm ²
P8	24,2 Kg/cm ²
P9	24,2 Kg/cm ²

ANALISA DATA.

Dari hasil penelitian penulis dapat menganalisis sebagai berikut:

JENIS UKURAN CELAH KATUP (mm)									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
BESARNYA TEKANAN KOMPRESI (Kg/cm²)	24,0	25,3	26,4	28,1	28,6	28,1	26,7	25,1	24,2
	24,1	25,2	26,5	28,0	28,7	28,0	26,6	25,0	24,1
	24,1	25,3	26,5	28,0	28,7	28,0	26,5	25,2	24,2
	24,2	25,3	26,5	27,9	28,7	27,9	26,8	25,1	24,1
	23,9	25,4	26,6	27,9	28,7	27,9	26,8	25,1	24,3
	24,2	25,2	26,6	28,1	28,8	28,1	26,9	25,0	24,2
	24,1	25,3	26,4	28,2	28,6	28,2	26,7	25,1	24,3
	24,2	25,4	26,5	27,8	28,8	27,8	26,7	25,2	24,2
	24,1	25,3	26,5	28,0	28,7	28,0	26,6	25,1	24,1
JUMLAH	216,9	227,7	238,5	252	258,3	252	240,3	225,9	217,8
RATA-RATA	24,1	25,3	26,5	28,0	28,7	28,0	26,7	25,1	24,2

Berdasarkan data tabel hasil percobaan di atas maka dapat dibuat diagram batang sebagai berikut :
Diagram batang hasil percobaan penyetelan celah katup terhadap tekanan kompresi pada kendaraan mobil phanter.



Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dihasilkan perbedaan tekanan kompresi pada setiap penyetelan celah katup yang berbeda ukuran. Mulai dari ukuran celah katup yang sempit atau tipis yaitu 0,20 mm 0,25 mm 0,30 mm 0,35 mm 0,40 mm 0,45 mm 0,50 mm 0,55 mm 0,60 mm dan didapatkan hasil yang berbeda-beda dengan hasil tekanan kompresi pada mesin yang di uji coba. Dalam hasil pengukuran didapatkan sebuah hasil yang unik. Jadi pada pengukuran celah katup terkecil mendapatkan hasil yang rendah begitu juga seterusnya menunjukkan diagram batang yang naik hingga pada pengukuran celah katup 0,40mm mendapatkan hasil yang baik. Begitu pengukuran celah katup dibesarkan lagi sampai pengukuran 0,60mm maka terjadi penurunan tekanan kompresi mesin yang ditandai dengan diagram batang yang semakin menurun. Sehingga hasil penelitian hipotesis penyetelan celah katup berpengaruh terhadap tekanan kompresi mesin yang dapat diinterpretasikan bahwa setiap perubahan penyetelan celah katup akan terjadi perubahan pada tekanan kompresi sempit. Hal-hal yang harus diperhatikan pada penyetelan katup diantaranya:

- Fuler harus didorong / ditarik
- Fuler yang berombak harus diganti baru
- Jangan mengencangkan mur-mur terlalu keras, gunakan kunci ring rata dan obeng yang cocok.
- Putar motor satu putaran lagi sampai titik mati atas.
- Stel celah katup-katup yang lain (setengah jumlah katup).
- Pasang tutup silinder.
- Hidupkan motor dan kontrol kedudukan / kebocoran paking tutup kepala silinder serta sambungan- sambungan ventilasi karter.

Pengaruh yang ditimbulkan akibat penyetelan katup terlalu sempit / rapat antara lain :

- Tekanan kompresi yang dihasilkan rendah atau kurang maksimal.
- Mesin menjadi cepat panas.
- Bahan bakar agak boros.
- Tenaga yang dihasilkan berkurang.
- Mesin sulit hidup.

Dapat disimpulkan bahwa celah katup yang terlalu rapat akan menimbulkan kebocoran gas pada saat langkah kompresi seperti terbakarnya Valve face. Jika celah katup tidak ada sama sekali kemungkinan katup tidak duduk rapat pada dudukannya yang berarti sama dengan terbakarnya Valve face. Tetapi bila katup lebih kecil dari spesifikasinya maka akan menyebabkan mengambanginya katup pada saat putaran tinggi. Kedua kondisi tersebut pasti akan menurunkan tenaga mesin.

Sedangkan pengaruh yang dihasilkan akibat penyetelan celah katup yang terlalu renggang antara lain :

- Tekanan kompresi mesin yang dihasilkan rendah atau kurang maksimal.
- Tenaga yang dihasilkan berkurang.
- Timbul suara nglik pada mesin.

Dapat disimpulkan bahwa celah katup terlalu renggang menyebabkan berkurangnya sudut dan tingginya pembukaan katup. Untuk katup masuk akan berakibat menurunnya jumlah gas baru yang dapat masuk ke dalam silinder, sedangkan untuk katup buang akan berakibat tertahannya piston pada saat langkah pembuangan. Kedua kondisi tersebut selanjutnya akan menurunkan kemampuan pembilasan sehingga terjadi efisiensi pengisian yang kecil dan tenaga mesin pasti berkurang.

Celah katup sangat mempengaruhi sekali pada saat katup terbuka dan tertutup. Oleh karena itu celah katup ini harus selalu disetel bilamana telah terjadi perubahan. Celah katup yang terlampau besar maka akan menimbulkan bunyi, selain itu interval dari pembukaan katup (*in take*) dan katup buang menjadi lebih singkat. Dengan demikian maka pemasukan dari udara menjadi semakin berkurang, begitu juga pembuangan gas sisa menjadi tidak sempurna. Sedangkan celah katup yang kecil dapat menyebabkan timbulnya panas pada mesin yang berlebihan (*over heating*) karena dalam ruang bakar akan terjadi pembakaran yang lama dan panjang. Oleh karena itu celah katup yang tidak baik, celah katup terlalu besar maupun celah katupnya terlalu kecil maka akan menimbulkan pembakaran yang tidak sempurna yang akan menurunkan tenaga mesin.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.

Dari hasil penelitian penulis dapat menyimpulkan bahwa penyetelan celah katup (valve) berpengaruh terhadap tekanan kompresi dan dapat diketahui bersama ukuran celah katup pada kendaraan Isuzu Panther Bravo yang paling mendekati standar pabrik adalah 0,40mm. Sebagaimana hasil dari ukuran celah katup dengan ukuran 0,40 adalah 28,7 Kg/cm² sudah mendekati tekanan kompresi yang ideal yaitu 29,0 mm. Karena faktor usia mobil jadi hasil yang dicapai tidak bisa maksimal.

Hal-hal yang disebabkan apabila ukuran celah katup terlalu sempit:

- Mesin menjadi cepat panas.
- Bahan bakar agak boros.
- Tenaga yang dihasilkan berkurang.
- Mesin sulit hidup.

Hal-hal yang disebabkan apabila ukuran celah katup terlalu lebar antara lain:



- a. Tekanan kompresi mesin yang dihasilkan rendah dan kurang maksimal.
- b. Tenaga yang dihasilkan berkurang.
- c. Muncul suara menggelitik pada mesin kendaraan.

Saran.

Dengan adanya bukti bahwa setiap perubahan penyetelan celah katup berpengaruh terhadap tekanan kompresi mesin , maka penulis menyarankan:

- a. Setiap penyetelan celah katup sebaiknya menggunakan alat ukur yang sesuai yaitu fuller gauge agar ukurannya tepat dan dapat menghasilkan tenaga yang maksimal serta menghemat penggunaan bahan bakar.
- b. Setiap mesin mempunyai ukuran celah valve yang berbeda maka untuk celah valve harus disesuaikan dengan ukuran yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Absor, U., Setiawan, T., & Ariwibowo, B. (2021). *Analisis Pengaruh Variasi Penyetelan Celah Katup Terhadap Perubahan Tekanan Kompresi dan Emisi Gas Buang Mesin Isuzu Panther Tipe Hi-Grade*. Journal of Vocational Education and Automotive Technology,
- Anitasari, M. E. (2023). *Analysis of variation of valve gap size on power and torque of a four-stroke motorcycle*. Jurnal E-Komtek, Politeknik Piksi Ganesha, Indonesia.
- Julianto, E. (2024). *Effect of intake valve gap adjustment variation on fuel consumption in Daewoo 4 DWY-30 diesel motor*. Jurnal Dinamis (Scientific Journal of Mechanical).
- Sampurno, S., Wijanarko, D., & Winarno, D. R. (2010). *Pengaruh Variasi Penyetelan Celah Katup Masuk Terhadap Efisiensi Volumetrik Rata-Rata Pada Mesin Diesel Isuzu Panther*
- Tabaszewski, M. & Szymański, G. M. (2020). *Engine valve clearance diagnostics based on vibration signals and machine-learning methods*. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance & Reliability, 22(2),
- Teknologi Motor Diesel — Zaenal Arifin & Sukoco.