



**PENGARUH VARIASI PENYETELAN CELAH KATUP MASUK
TERHADAP EFISIENSI VOLUMETRIK RATA - RATA PADA
MOTOR DIESEL ISUZU PANTHER C 223 T**

SKRIPSI

Diajukan dalam rangka penyelesaian Studi Strata 1

Untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh :

Nama : Sarif Sampurno
NIM : 5201401021
Jurusan : Teknik Mesin
Prodi : S1 Pendidikan Teknik Mesin

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2006

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi . Tahun 2006. Pengaruh Variasi Penyetelan Celah Katup Masuk Terhadap Efisiensi Volumetrik Rata – Rata Pada Motor Diesel Isuzu Panther C 223 T.

Skripsi ini telah dipertahankan dihadapan tim penguji pada tanggal :

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

Sekretaris

Drs Pramono
NIP.131474226

Drs. Suprpto, M.Pd.
NIP. 131125645

Tim Penguji

Penguji I

Drs. Ramelan, MT.
NIP. 130529948

Pembimbing I

Penguji II

Dwi Widjanarko, S.Pd, ST, MT.
NIP. 132093247

Dwi Widjanarko, S.Pd, ST, MT.
NIP. 132093247

Pembimbing II

Penguji III

Drs. Winarno DR, M.Pd.
NIP. 1301914969

Drs. Winarno DR, M.Pd.
NIP. 130914969

Mengetahui
Dekan FT

Prof. Dr. Soesanto, M.Pd.
NIP. 130875753

ABSTRAK

SARIF SAMPURNO, 2006, PENGARUH VARIASI PENYETELAN CELAH KATUP MASUK TERHADAP EFISIENSI VOLUMETRIK RATA-RATA PADA MOTOR DIESEL ISUZU PANTHER C 223 T. Skripsi PTM - FT UNNES

Performa mesin diesel sangat dipengaruhi oleh banyaknya udara yang masuk ke ruang bakar. Hal ini dikarenakan mesin diesel tidak dilengkapi dengan sistem pengapian, maka bahan bakar akan terbakar dengan sendiri oleh udara yang dikompresikan sehingga tekanan dan suhunya meningkat melebihi titik nyala bahan bakar.

Mesin diesel mesin empat langkah pada kondisi idealnya dapat mengisap udara pada langkah hisap sebanyak volume langkah pistonnya. Namun pada kenyataannya udara yang masuk ke ruang bakar tidak sebanyak itu. Perbandingan antara jumlah udara yang terisap dalam keadaan yang sebenarnya terhadap jumlah udara yang terisap dalam keadaan yang ideal disebut efisiensi volumetrik.

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Untuk mengetahui besarnya efisiensi volumetrik rata-rata yaitu dengan menggunakan alat yang disebut dengan *Air Box Meter*, kemudian melakukan penyetelan celah katup masuk yang bervariasi pada putaran mesin 1000 Rpm, 1200 Rpm 1400 Rpm, dan 1600 Rpm. Obyek pada penelitian ini yaitu variasi penyetelan celah katup masuk dengan celah katup masuk 0,2 mm; 0,3 mm; 0,4 mm; 0,5 mm; dan 0,6 mm. Desain penelitian jenis ini dilakukan dengan tiga kali pengulangan untuk masing-masing celah katup masuk yang berbeda. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini memakai statistik deskriptif yang dilakukan dengan cara menggambarkan dan merangkum hasil-hasil penelitian dalam bentuk grafik dan tabel dengan menggunakan bantuan *Software Microsoft Excel*.

Hasil dari penelitian ini yaitu bahwa ada pengaruh efisiensi volumetrik rata-rata dari variasi penyetelan celah katup masuk. Penyetelan celah katup masuk yang semakin rapat pada setiap putaran mesin, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Demikian juga halnya dengan putaran mesin yang semakin tinggi hingga 1600 Rpm pada setiap celah katup masuk, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan juga cenderung meningkat. Saran, sebaiknya penyetelan celah katup masuk harus sesuai dengan spesifikasi mesin, harapannya agar pada kondisi putaran mesin tertentu efisiensi volumetrik rata-rata tetap tercapai dengan maksimum.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Pemenang bukanlah mereka yang tidak pernah gagal, melainkan mereka yang tidak pernah berhenti mencoba.

Orang yang tidak pernah gagal adalah orang yang tidak pernah mencoba.

Orang yang baik adalah bukanlah orang yang tidak pernah salah tetapi orang yang sanggup memperbaiki dirinya dari kesalahan yang sudah-sudah bahkan Tuhanpun tidak pernah menghukum bahkan dengan sinar matanya yang lebih tajam dari matahari.

Skripsi ini ku-persembahkan untuk :

1. Ayah dan Ibu tercinta;
2. Adik dan kakak tersayang;
3. Lina Nurcahyani; sobat terbaik
4. Rekan – rekan seperjuangan;
5. Almamater.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan dan hidyah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ *Pengaruh Variasi Penyetelan Celah Katup Masuk Terhadap Efisiensi Volumetrik Rata – Rata Pada Motor Diesel Isuzu Panther C 223T* ”.

Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan Studi Strata 1 yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesai dan tersusunnya skripsi ini bukan merupakan hasil dari segelintir orang, karena setiap keberhasilan manusia tidak akan lepas dari bantuan orang lain. Oleh karena itu, ijinkanlah penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Prof. Dr. Soesanto, M.Pd. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Drs. Pramono. Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T, M.T. Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Drs. Winarno DR, M.Pd. Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan inspirasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Drs. Ramelan M.T. Penguji skripsi yang telah memberikan saran dan masukan dalam memperbaiki skripsi ini.
6. Drs. Widi Widayat yang selalu membantu dalam bidang Teknis dan sarana.

7. Semua pihak tanpa terkecuali yang telah banyak membantu mulai dari penelitian hingga selesainya penyusunan skripsi ini.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi sempurnanya skripsi ini. Akhir kata, dengan tangan terbuka dan tanpa mengurangi makna serta esensial skripsi ini, semoga apa yang ada dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Semarang, Mei 2006

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Pembatasan dan Perumusan Masalah	2
C. Penegasan Istilah	3
D. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS	
A. Landasan Teori	5
1. Motor Diesel Empat Langkah	5
2. Mekanisme Penggerak Katup.....	7
3. Efisiensi Volumetrik.....	17
4. Efek Celah Katup Terhadap Kinerja Mesin	21
5. Putaran Mesin	22
B. Kerangka Berpikir	23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Pendekatan dan Desain Penelitian	25
B. Variabel Penelitian	25
C. Metode Pengumpulan Data	26
1. Waktu dan Tempat Penelitian	26
2. Bahan dan Alat	26
D. Alur penelitian	31
E. Metode Analisis Data	32

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	36
1. Data Hasil Penelitian	36
2. Hasil Pengukuran Variasi Penyetelan Celah Katup Buang Terhadap Efisiensi Volumetrik Rata-Rata	37
B. Pembahasan	41

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan	52
B. Saran	52

DAFTAR PUSTAKA	53
----------------------	----

LAMPIRAN	54
----------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1	Prinsip kerja motor diesel	7
2	Susunan bagian-bagian mekanisme penggerak katup model OHV	8
3	Bentuk katup masuk	9
4	Susunan tappet dan batang penumbuk	11
5	Diagram pembukaan dan penutupan katup	12
6	Diagram katup buang dan katup masuk	15
7	Bubungan untuk masa kerja katup singkat dan panjang	17
8	Air box meter	19
9	Bentuk jadi air box meter	28
10	Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata-rata dengan celah katup masuk	39
11	Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata-rata dengan putaran mesin	40
12	Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan celah katup pada putaran mesin 1000 rpm	41
13	Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan celah katup pada putaran 1200 rpm.....	42
14	Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan celah katup pada putaran 1400 rpm.....	43

15	Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan celah katup pada putaran mesin 1600 rpm	44
16	Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan putaran mesin pada celah katup masuk 0,2mm	45
17	Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan putaran mesin pada celah katup masuk 0,3 mm.....	46
18	Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan putaran mesin pada celah katup masuk 0,4 mm.....	47
19	Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan putaran mesin pada celah katup masuk 0,5 mm.....	48
20	Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan putaran mesin pada celah katup masuk 0,6 mm.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 Lembar observasi	29
2 Faktor konversi	33
3 Data hasil penelitian	36
4 Data hasil pengukuran efisiensi volumetrik rata – rata dalam % ...	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Contoh perhitungan dalam pengolahan data penelitian	54
2. Hasil pengolahan data penelitian efisiensi volumetrik rata-rata	58
3. Surat permohonan izin penelitian	62
4. Surat tugas Dosen Pembimbing	63
5. Gambar alat penelitian	64
6. Dokumentasi penelitian	65

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Berdasarkan mekanisme pembakaran yang digunakan, jenis motor dibedakan menjadi dua, yaitu motor diesel dan motor bensin. Mekanisme pembakaran motor diesel dikenal dengan sebutan penyalaan dengan kompresi. Udara dikompresikan sampai tekanan dan suhunya melebihi titik nyala bahan bakar dan di akhir langkah kompresi terbakar dengan sendirinya. Tenaga pembakaran ini kemudian dimanfaatkan untuk menggerakkan piston dan kemudian diubah menjadi tenaga putaran pada poros engkol.

Secara singkat proses kerja motor diesel terbagi dalam beberapa langkah piston yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha dan langkah buang. Untuk menghasilkan tenaga yang besar diperlukan suatu sistem pemenuhan bahan bakar dan udara yang baik serta pembakaran yang sempurna.

Banyaknya udara yang dapat masuk ke ruang bakar sangat mempengaruhi performa mesin diesel. Jumlah volume udara yang masuk ke dalam silinder pada saat langkah hisap secara teoritis sama dengan volume langkah torak dari titik mati atas sampai titik mati bawah. Kenyataannya, terdapat beberapa penyimpangan yang menyebabkan volume udara yang masuk ke dalam silinder lebih kecil dari volume langkah torak. Penyimpangan itu antara lain disebabkan oleh beberapa faktor seperti tekanan udara, temperatur udara, sisa – sisa gas bekas, panjang saluran dan bentuk saluran. Besarnya volume udara yang sebenarnya masuk ke dalam silinder dapat dinyatakan dalam suatu angka perbandingan antara volume udara yang masuk dengan volume langkah torak dari titik mati atas sampai titik mati bawah. Angka ini selanjutnya disebut dengan

“Efisiensi Volumetrik”. Bila harga dari efisiensi volumetrik semakin besar maka semakin banyak udara yang masuk kedalam silinder. Hal ini berarti akan semakin besar pula daya yang dihasilkan oleh mesin tersebut.

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 udara dapat masuk ke dalam silinder, jadi dengan kata lain 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), sedangkan katup buang adalah katup yang digunakan untuk membuka dan menutup saluran pembuangan sehingga gas buang dapat keluar dari dalam ruang bakar.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian dengan judul “ Pengaruh Variasi Penyetelan Celah Katup Masuk terhadap Efisiensi Volumetrik pada Motor Diesel Isuzu Panther C 223 T “

B. Pembatasan dan Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dalam penelitian ini perlu adanya pembatasan masalah yaitu bahwa obyek yang diteliti hanya pada celah katup masuk saja tidak pada katup yang lain dan katup masuk yang dilakukan penyetelan hanya pada celah katup masuk 0,2 mm; 0,3 mm; 0,4 mm; 0,5 mm; dan 0,6 mm.

Permasalahan yang timbul pada penelitian ini yaitu apakah ada pengaruh variasi penyetelan celah katup masuk terhadap efisiensi volumetrik rata-rata.

C. Penegasan Istilah

Untuk menghindari adanya salah pengertian atau salah penafsiran dan memberi gambaran yang lebih jelas tentang obyek penelitian maka perlu dijelaskan istilah-istilah yang ada pada judul. Istilah yang perlu dijelaskan antara lain :

1. Penyetelan

Dalam penelitian ini penyetelan adalah menyetel celah katup masuk yang sesuai dengan obyek penelitian.

2. Celah Katup Masuk

Dalam penelitian ini celah bebas katup adalah celah antara tuas penekan dan batang katup. Sedangkan Katup masuk adalah katup yang digunakan untuk membuka dan menutup saluran masuk sehingga udara dapat masuk ke dalam silinder.

3. Efisiensi Volumetrik Rata-rata

Menurut Arismunandar (1997 : 32) efisiensi volumetrik rata-rata adalah perbandingan antara jumlah udara yang terisap dalam keadaan yang sebenarnya terhadap jumlah udara yang terisap dalam keadaan yang ideal sebanyak volume langkah piston pada keseluruhan silindernya.

D. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya pengaruh variasi penyetelan celah katup masuk terhadap efisiensi volumetrik rata-rata pada mesin diesel Isuzu Phanter .

2. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat dicapai pada penelitian ini adalah :

- a. Dapat dijadikan pembuktian mengenai pengaruh penyetelan celah katup masuk terhadap efisiensi volumetrik rata-rata.
- b. Dapat dijadikan sebagai sumber pengetahuan dalam perbaikan mesin bagi jasa perbengkelan.
- c. Dapat dijadikan sebagai acuan untuk meningkatkan performa mesin agar tetap optimal.

BAB II

LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS

A. Landasan Teori

1. Motor Diesel Empat Langkah

Motor diesel biasanya disebut dengan motor penyalaan kompresi (*Compression Ignition Engine*), karena cara penyalaan bahan bakarnya menggunakan udara kompresi. Adapun cara kerja motor empat langkah yaitu terdiri dari empat langkah piston dan dua putaran poros engkol menghasilkan satu kali langkah kerja. Bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder berbentuk butir-butir cairan halus atau kabut, oleh karena di dalam silinder pada saat itu tekanan dan temperaturnya sudah tinggi, maka butiran cairan halus tersebut akan menguap dan selanjutnya akan bercampur dengan udara tersebut, sehingga akan terjadi pembakaran. Campuran bahan bakar dan udara tersebut dibakar di dalam ruang bakar, yaitu ruangan yang dibatasi oleh dinding silinder, kepala piston dan kepala silinder (Arismunandar, 1997 : 3). Gas pembakaran yang dihasilkan akan mendorong piston ke bawah dan selanjutnya dengan perantaraan *connecting rod*, gerakan tersebut diubah dan diteruskan ke poros engkol menjadi gerak putar.

Pada kepala silinder terdapat katup masuk dan katup buang. Katup masuk berfungsi untuk memasukkan udara murni ke dalam silinder, sedangkan katup buang berfungsi untuk mengeluarkan gas bekas hasil pembakaran yang tidak terpakai.

Cara Kerja Motor Diesel Empat Langkah adalah sebagai berikut :

a. Langkah Hisap

Katup masuk mulai membuka beberapa saat sebelum piston mencapai TMA dan katup buang menutup beberapa saat setelah piston bergerak melewati TMB. Gerakan piston menuju TMB akan menyebabkan kevakuman di dalam silinder dan udara luar terisap ke dalam silinder melalui katup masuk yang terbuka. Katup masuk tetap terbuka sampai piston mencapai TMB.

b. Langkah Kompresi

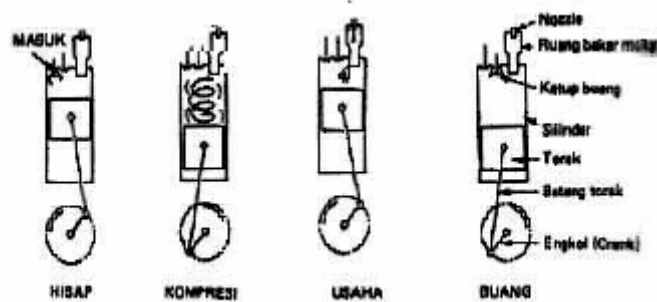
Piston berada di TMB sedangkan katup masuk maupun katup buang pada posisi tertutup, kemudian piston bergerak menuju TMA sehingga akan terjadi pemampatan udara yang ada di dalam silinder sampai tekanan $\pm 30 - 50 \text{ kg/cm}^2$ dan temperatur 550°C .

c. Langkah Kerja

Bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder sebelum piston mencapai TMA dan terjadilah pembakaran. Proses pembakaran tersebut menyebabkan naiknya tekanan dan temperatur di dalam silinder, akan tetapi karena proses pembakaran memerlukan waktu maka tekanan dan temperatur maksimum terjadi beberapa saat setelah piston melewati TMA 15 – 20 derajat sudut poros engkol. Panas pembakaran tersebut akan mendorong piston dari TMA menuju TMB dan oleh *connecting rod* gerakan tersebut diteruskan ke poros engkol menjadi gerak putar.

d. Langkah Buang

Katup buang mulai membuka beberapa saat sebelum piston mencapai TMB, selanjutnya gas sisa pembakaran akan keluar dari silinder oleh gerakan piston dari TMB menuju TMA. Gas akan terbang habis pada saat piston mencapai TMA, setelah itu proses dilakukan kembali mulai dari langkah isap dan seterusnya sampai langkah buang.



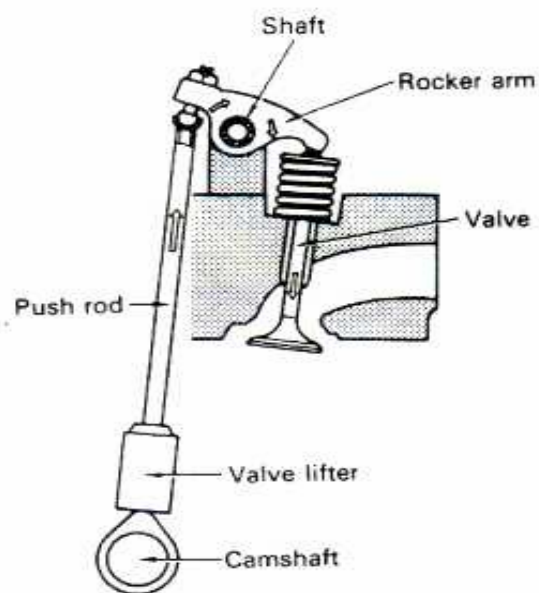
Gambar 1. Prinsip Kerja Motor Diesel Empat Langkah

2. Mekanisme Penggerak Katup Mesin Isuzu Phanter Model OHV

Mekanisme penggerak katup digunakan untuk menunjukkan kombinasi dari seluruh bagian yang mengendalikan pemasukan udara pengisian dan pengeluaran gas buang dari dalam mesin empat langkah (Maleev, 1986 : 89). Ada dua macam mekanisme penggerak katup yang dipakai pada motor saat ini yaitu sistem katup pada kepala atau *Over Head Valve (OHV)* dan sistem poros nok pada kepala silinder atau *Over Head Cam (OHC)*, untuk yang kedua ini masih dibagi menjadi dua jenis yaitu jenis satu poros nok atau *Single Over Head Cam (SOHC)* dan jenis dua poros nok yang disebut *Double Over Head Cam (DOHC)*.

Jenis katup pada kepala (*OHV*) adalah mekanisme penggerak katup dimana poros nok berada pada blok silinder sehingga untuk menggerakkan katup diperlukan beberapa perantara yaitu tappet (*valve lifter*), batang penekan (*push rod*) dan pelatuk (*rocker arm*), sedang untuk jenis katup sistem poros nok pada kepala silinder (*OHC*) baik yang satu poros nok atau dua poros nok memerlukan perantara yang lebih sederhana yaitu dari poros nok (*cam shaft*) langsung ke pelatuk terus ke katup, bahkan ada yang dari poros nok langsung menggerakkan katup tanpa pelatuk.

Celah bebas katup adalah celah antara tuas penekan dan batang katup. Penyetelan celah katup berfungsi untuk mendapatkan ketepatan waktu saat membuka dan menutupnya katup sehingga diperoleh tenaga yang optimal. 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 rapat akibatnya terjadi kebocoran, karena pembukaan katupnya terlalu lama, tetapi dengan durasi bukaan katup yang lama dan luasan bidang kontak yang terbuka lebih besar udara yang masuk ke ruang bakar juga lebih banyak. Besarnya celah katup disarankan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan oleh industri pembuatnya. Biasanya penyetel katup terdapat pada ujung pelatuk yang berhubungan dengan ujung batang katup, dimana pada ujung pelatuk dilengkapi dengan baut penyetel.

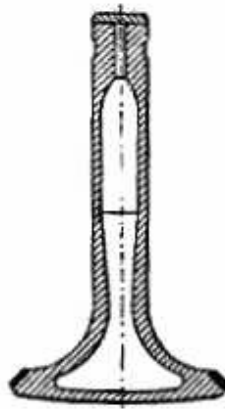


Gambar 2. Susunan Bagian-Bagian Mekanisme Penggerak Katup Model *OHV*

Adapun komponen - komponen dari mekanisme penggerak katup mesin Isuzu Phanter antara lain sebagai berikut :

a. Katup

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 bahkan ada yang sampai enam buah katup.



Gambar 3. Bentuk katup masuk

b. Dudukan Katup

Dudukan katup adalah bagian dari kepala silinder dimana muka dari katup akan menempel pada dudukan katup saat katup menutup. Dudukan katup ini sebagai alas dari katup sehingga katup dapat menutup dengan rapat jalan atau lubang yang ada baik itu lubang masuk atau keluar. Rapat atau tidaknya bidang kontak ini juga berpengaruh terhadap efisiensi volumetrik, disamping itu dudukan

katup ini sangat membantu untuk mendinginkan katup yaitu pada saat katup menutup maka ada kontak antara muka katup dengan dudukan katup sehingga memungkinkan terjadinya penyaluran panas dari katup pada kepala silinder melalui dudukan katup ini.

c. Bantalan Batang Katup

Bantalan batang katup adalah lubang yang berada pada kepala silinder yang berfungsi untuk memegang katup atau menjaga katup, dan juga sebagai bantalan dari batang katup untuk bergerak naik turun. Dengan adanya bantalan batang katup ini maka katup dapat selalu tetap terjaga pada posisinya walaupun bergerak naik turun secara terus menerus. Disamping itu bantalan batang katup juga berfungsi sebagai media untuk menyalurkan panas dari batang katup ke kepala silinder.

d. Pegas Katup

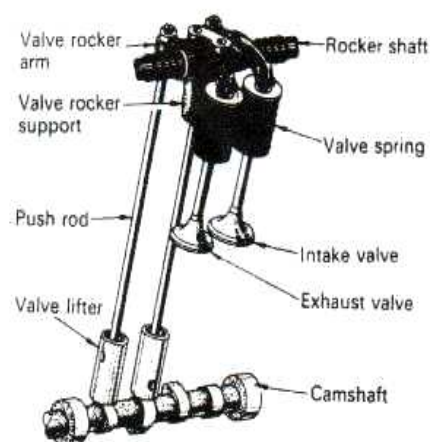
Pegas katup berfungsi untuk menutup katup pada saat poros nok bebas, atau sedang tidak mengangkat tappet atau katup. Oleh karena itu pegas katup harus betul-betul menutup atau menahan katup supaya segera tertutup pada saat poros nok melepaskannya. Apabila pegas katup lemah maka akan berakibat penutupan 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.

e. Pelatuk (*Rocker Arm*)

Pelatuk berfungsi sebagai perantara antara batang penumbuk (*push rod*) dengan ujung katup atau antara poros nok (*cam shaft*) dengan ujung katup sehingga apabila poros nok mengangkat tappet maka gerakan ini akan diteruskan ke katup melalui pelatuk.

f. Tappet dan Batang Penumbuk (*Valve Lifter dan Push Rod*)

Baik tappet (*valve lifter*) maupun batang penumbuk (*push rod*) adalah piranti yang digunakan pada sistem penggerak katup. Tappet berhubungan dengan poros nok (*camshaft*) dan batang penumbuk (*push rod*), sedang ujung yang lain dari batang penumbuk berhubungan dengan pelatuk (*rocker arm*) seperti terlihat pada gambar 4. Batang penumbuk ini dibuat dengan berlubang di bagian dalam untuk tujuan mengurangi beratnya, kadang-kadang digunakan sebagai saluran pelumasan. 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.



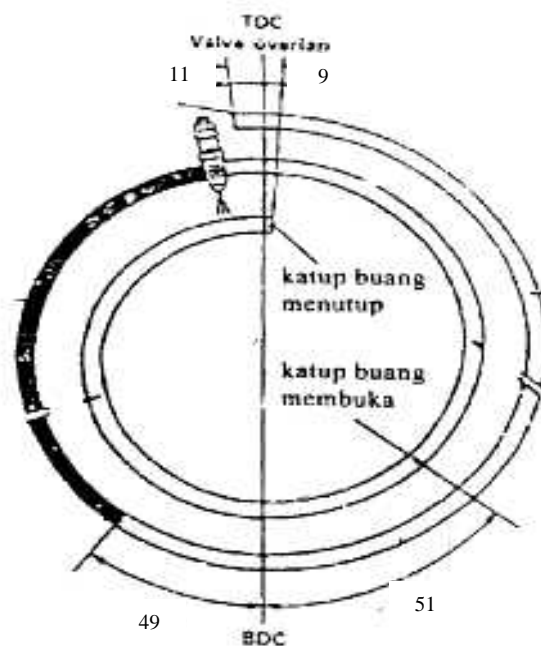
Gambar 4. Susunan tappet dan batang penumbuk satu silinder

g. Poros Nok (*Camshaft*)

Poros nok (*camshaft*) adalah penentu utama kapan saat pembukaan dan penutupan katup terjadi serta berapa lama dan lebar pembukaan katup tersebut. Poros nok (*camshaft*) merupakan suatu poros yang mempunyai beberapa nok sesuai dengan jumlah katup yang terdapat pada motor.

h. Masa Kerja Katup (*Valve Timing*)

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



Gambar 5. Diagram pembukaan dan penutupan katup

Gambar 5 menunjukkan diagram pembukaan dan penutupan katup, dengan proses kerja sebagai berikut:

1) Langkah Hisap

Piston bergerak dari TMA ke TMB, katup masuk sudah membuka 11° sebelum TMA namun pengisian udara yang masuk ke ruang bakar dimulai pada waktu katup masuk membuka 9° setelah piston melewati TMA. Jadi waktu dari 11° sebelum TMA sampai 9° setelah TMA ini digunakan untuk *overlapping*.

2) Langkah Kompresi

Piston bergerak dari TMB ke TMA, pemampatan baru terjadi ketika katup masuk mulai menutup yaitu 49° setelah piston melewati TMB. Hal ini berguna untuk memudahkan terjadinya langkah kompresi. Pemampatan terus berlangsung sampai piston mencapai TMA, tetapi nosel sudah mulai menyemprotkan bahan bakar sesaat sebelum TMA dan terjadilah pembakaran.

3) Langkah Kerja

Akibat proses pembakaran tersebut menyebabkan naiknya tekanan dan temperatur di dalam silinder, akan tetapi karena proses pembakaran memerlukan waktu maka tekanan dan temperatur maksimum terjadi beberapa saat setelah piston menuju TMB. Tenaga yang dihasilkan dari proses pembakaran akan mendorong piston dari TMA menuju TMB. Tenaga dari pembakaran tersebut akan memutar poros engkol sampai terbukanya katup masuk dan selanjutnya terjadi pembuangan gas sisa pembakaran dengan sendirinya (mulai dari 51° sebelum piston mencapai TMB).

4) Langkah Buang

Piston bergerak dari TMB ke TMA mendesak gas sisa pembakaran keluar melalui katup buang yang membuka. Pembuangan gas sisa pembakaran terus berlangsung dan dilanjutkan dengan *overlapping*, karena pada waktu piston mencapai TMA katup masuk sudah mulai membuka lagi yaitu 11° sebelum TMA.

Berdasarkan mekanisme kerja tersebut di atas dapat diketahui bahwa tiap - tiap langkah mempunyai waktu yang tersendiri yaitu sebagai berikut:

a) Langkah Hisap: $180^\circ - 9^\circ = 171^\circ$

Persiapan kompresi = 49°

b) Langkah Kompresi: $180^\circ - 49^\circ = 131^\circ$

c) Langkah Kerja: $180^\circ - 51^\circ = 129^\circ$

d) Langkah Buang: $51^\circ + 180^\circ - 11^\circ = 220^\circ$

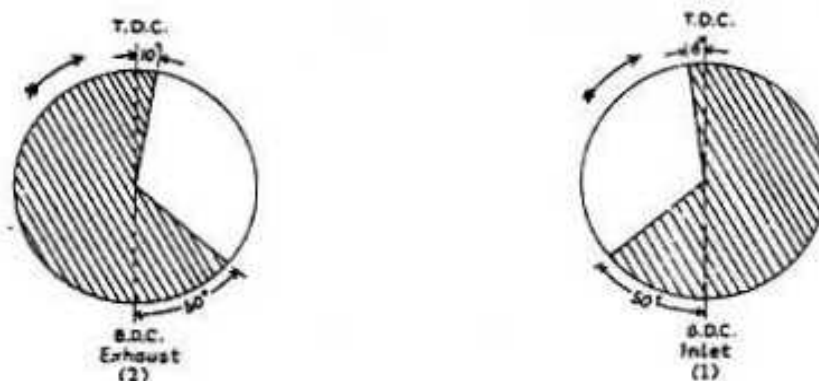
e) Overlapping: $11^\circ + 9^\circ = 20^\circ$

Penyetelan celah katup masuk standar (0,4 mm) akan menghasilkan durasi waktu katup masuk membuka selama: $11^\circ + 180^\circ + 49^\circ = 240^\circ$ sementara itu durasi katup masuk menutup selama: $180^\circ - (11^\circ + 49^\circ) = 120^\circ$ dan durasi waktu katup masuk membuka selama: $180^\circ + 51^\circ + 9^\circ = 240^\circ$ sementara itu durasi katup masuk menutup selama: $180^\circ - (51^\circ + 9^\circ) = 120^\circ$.

Penyetelan celah katup masuk yang lebih rapat dari standar (0,4 mm) akan menghasilkan durasi bukaan katup masuk yang lebih lama dari kondisi standar dan penyetelan celah katup masuk yang lebih renggang dari standar akan menghasilkan durasi bukaan katup masuk yang lebih singkat dari kondisi standar.

Keadaan sebenarnya apabila langkah piston adalah 180° engkol maka akan terjadi kekurangsempurnaan dalam tiap langkah piston misalnya untuk langkah hisap, apabila katup masuk dibuka pada saat piston berada di titik mati atas dan ditutup pada saat piston berada pada titik mati bawah, pemasukan gas selanjutnya 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 kekurangsempurnaan dalam pembuangan gas bekas yang mana tidak seluruhnya gas buang dapat dibuang keluar.

Kedua jenis ketidaksempurnaan ini dapat diperbaiki dengan jalan mengatur saat dan lamanya pembukaan katup. Untuk katup buang karena tekanan gas bekas lebih tinggi dari tekanan udara luar maka katup buang mulai dibuka pada saat piston berada hampir mencapai titik mati bawah. 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 bekas benar-benar dapat keluar semuanya. Saat membuka dan menutupnya katup buang ini dapat dilihat pada gambar 6 (2) di bawah ini.



Gambar 6. Diagram katup buang dan katup masuk

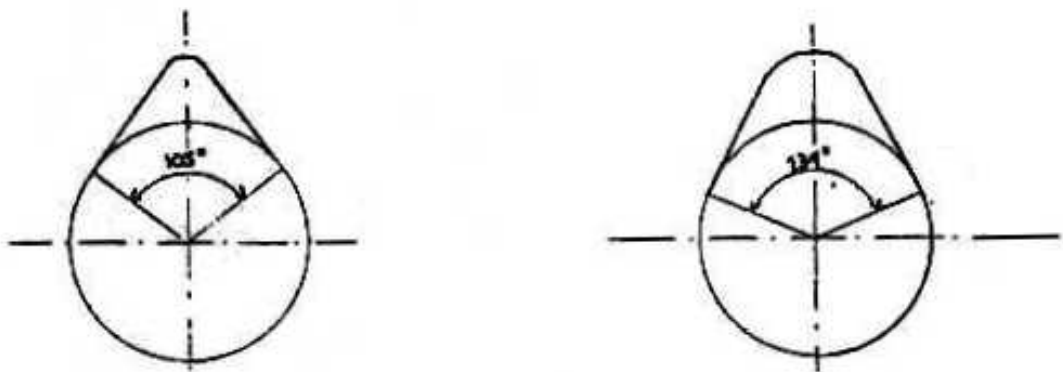
Untuk langkah isap, karena pada saat langkah buang dimana katup buang masih terbuka walaupun piston telah melewati titik mati atas, terjadi kecepatan gas buang yang menyebabkan kevakuman pada ruang bakar. Hal ini akan baik dan tepat sekali untuk memulai langkah isap. Karenanya sebelum piston mencapai titik mati atas dimana kecepatan gas ke luar sangat tinggi yang menyebabkan kevakuman tersebut, katup masuk sudah mulai dibuka agar terjadi pembersihan gas pada ruang bakar dan pemasukan gas bersih dapat segera dimulai. Selanjutnya dengan Bergeraknya piston menuju titik mati bawah, akan terjadi lagi kecepatan gas masuk yang cenderung untuk mengalir masuk ke dalam silinder. Ini dimaksudkan agar pemasukan gas bersih dapat dilakukan sebanyak mungkin agar efisiensi pengisian dapat sebesar mungkin. Diagram dari katup masuk dapat dilihat pada gambar 6 (1) di atas.

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, *overlappingnya* biasanya dibuat lebih besar. Hal itu diperlukan supaya gas bekas pembakaran dapat dibersihkan dari dalam silinder dengan lebih baik, tetapi juga untuk mendinginkan dinding silinder supaya udara dapat dimasukkan dalam jumlah yang lebih banyak (Arismunandar, 1997 : 20).

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.

Penyetelan celah katup masuk berpengaruh terhadap penekanan *rocker arm* pada *cam*. Jika penyetelan celah lebih rapat maka bidang kontak *rocker arm* dengan *cam* akan lebih banyak dan durasi bukaan katup lebih lama. Sebaliknya jika penyetelan celah katup lebih renggang, maka bidang kontak antara *rocker arm* dengan *cam* lebih sedikit dan berakibat pada bukaan katup yang singkat serta luasan bukaan katup yang lebih sempit.

Masa kerja katup ini diatur oleh bentuk dari bubungan (*cam*) dimana untuk masa kerja katup yang singkat, bentuk dan bubungan lancip sedangkan untuk masa kerja katup yang lama (panjang), bentuk dari bubungannya tumpul seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 7. Bubungan untuk masa kerja katup singkat dan panjang

3. Efisiensi Volumetrik

Mesin agar dapat bekerja membutuhkan bahan bakar dan udara. Untuk mendapatkan performa mesin yang baik diperlukan pemenuhan kebutuhan yang tepat dari keduanya (bahan bakar dan udara). Pada mesin pembakaran dalam, pemenuhan pemakaian udara yang tepat itu sangat sulit karena aliran yang tidak

konstan, disebabkan oleh siklus bawaan dari mesin dan juga karena udara merupakan fluida yang dapat dimampatkan.

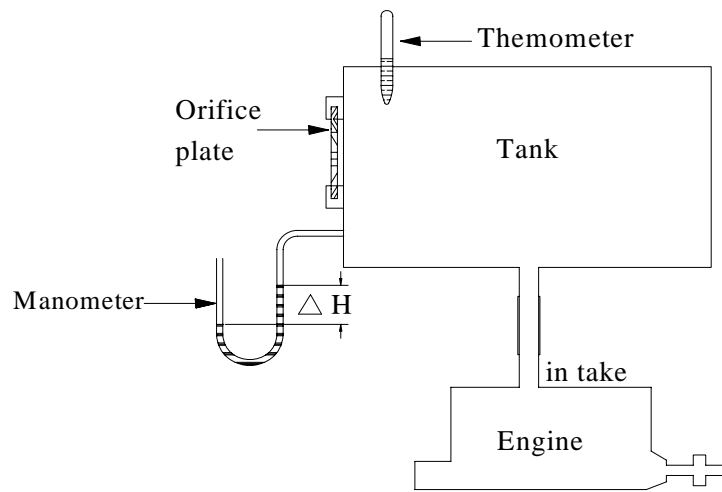
Dengan demikian jika suatu mesin empat langkah dapat menghisap udara pada kondisi hisapnya sebanyak volume langkah pistonnya untuk setiap langkah isap, dan itu merupakan kondisi idealnya (Arismunandar, 1997 : 32). Namun, hal tersebut tidak terjadi dalam keadaan sebenarnya. Perbandingan antara jumlah udara yang terisap yang sebenarnya terhadap jumlah udara yang terisap dalam keadaan ideal, disebut “efisiensi volumetrik” yang didefinisikan dalam persamaan berikut ini :

$$\eta_v = \frac{\text{Volume udara terisap pada (p, T)}}{\text{Volume udara sebanyak volume langkah piston pada (p, T)}} \dots\dots\dots (1)$$

Besarnya efisiensi volumetrik tergantung pada kondisi isap (p,T) yang ditetapkan. Misalnya, jika dipakai saringan udara pada saluran masuk, η_v yang diperoleh dengan menetapkan (p,T) sesudah saringan adalah lebih besar dari pada η_v dengan menetapkan (p,T) sebelum saringan. Hal itu disebabkan karena hambatan saringan akan menyebabkan (p,T) sesudah saringan menjadi lebih rendah dari pada (p,T) sebelum saringan. Jadi makin besar penyebut dalam persamaan tersebut diatas maka makin rendah η_v yang diperoleh. Akan tetapi, dalam pengujian prestasi mesin biasanya tidak dipergunakan saringan udara sehingga kesalahan tersebut dapat dihindari. Oleh karena itu maka kondisi (p,T) ditetapkan sebagai kondisi udara atmosfer.

Efisiensi volumetrik pada mesin juga dapat ketahui melalui pengukuran dengan menggunakan alat *Air box meter* seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini yang dinyatakan dengan rumus:

$$\eta_v = \frac{\text{Laju aliran volume udara aktual}}{\text{Laju aliran volume udara teoritis}} \dots\dots\dots (2)$$



Gambar 8. Air box meter

Kecepatan udara berdasarkan beda tekanan manometer pada saluran masuk udara dihitung menggunakan rumus (Mathur dan Sharma, 1980 hal 530-531) :

$$C = \sqrt{2 g H_{udara}} \dots\dots\dots(3)$$

dimana H adalah perbedaan head udara yang disebabkan oleh aliran. Perbedaan head ini diukur dengan satuan kolom air sehingga harus dikonversi ke kolom udara, maka

$$p = H_{air} \times 10 \times \rho_{air} = H_{udara} \times 10 \times \rho_{udara}$$

$$H_{udara} = H_{air} \times \rho_{air} / \rho_{udara}$$

sehingga persamaan di atas dapat ditulis: $C = \sqrt{\frac{2g(H_{air} \times \rho_{air})}{\rho_{udara}}}$ (4)

untuk mencari laju aliran volume udara dapat dinyatakan dengan rumus:

$$Q = Cd. A. \sqrt{\frac{2g(H_{air} \times \rho_{air})}{\rho_{udara}}} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \dots\dots (5)$$

dimana $\rho_{udara} = p/RT$ (kg/m³)

untuk mencari laju aliran massa udara dapat dinyatakan dengan rumus:

$$m_{udara} = Q. \rho_{udara} \quad (\text{kg/jam}) \dots\dots (6)$$

Keterangan : Cd = Coeficient of discharge

A	= Luas Orifice	(m ²)
g	= Percepatan gravitasi	(m/s ²)
H	= Tinggi kolom air pada manometer	(m)
p	= Tekanan udara	(kg/cm ²)
R	= Kontanta gas	(N.m/ kg.K)
		atau m/K
T	= Temperatur ruang	(K)

sedangkan untuk mencari laju *swept* volume piston dari titik mati atas (TMA) sampai titik mati bawah (TMB) dapat ditentukan dari persamaan di bawah ini.

$$Q_{swept} = \frac{\{\frac{\pi}{4} D^2 \times L \times N \times n\} / 2}{60s} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \dots\dots (7)$$

Keterangan: D = Diameter silinder (m)

L = Panjang langkah (m)

N = Jumlah silinder

n = Putaran mesin (Rpm)

2 = Konstanta untuk motor 4 langkah dan 1 untuk motor 2 langkah

4. Efek Celah Katup Terhadap Kinerja Mesin

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.

Celah bebas katup adalah celah antara tuas penekan dan batang katup. 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. Hal ini disebabkan oleh durasi bukaan katup yang singkat dan luas bukaan katup yang juga lebih sempit. Sebaliknya jika celah katup terlalu kecil akibatnya kebocoran pada langkah kompresi, karena pembukaan katupnya terlalu lama dan luas bukaan katupnya juga lebih luas sehingga gas di dalam ruang bakar menjadi bocor saat dikompresikan. 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) Pengisian udara ke dalam ruang bakar dan silinder menjadi lebih banyak (jika katup masuk yang terlalu rapat).
- 3) Pembuangan gas bekas menjadi sangat bersih (jika katup buang yang terlalu rapat).

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.

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 di servis secara rutin yang salah satunya adalah penyetelan celah katup.

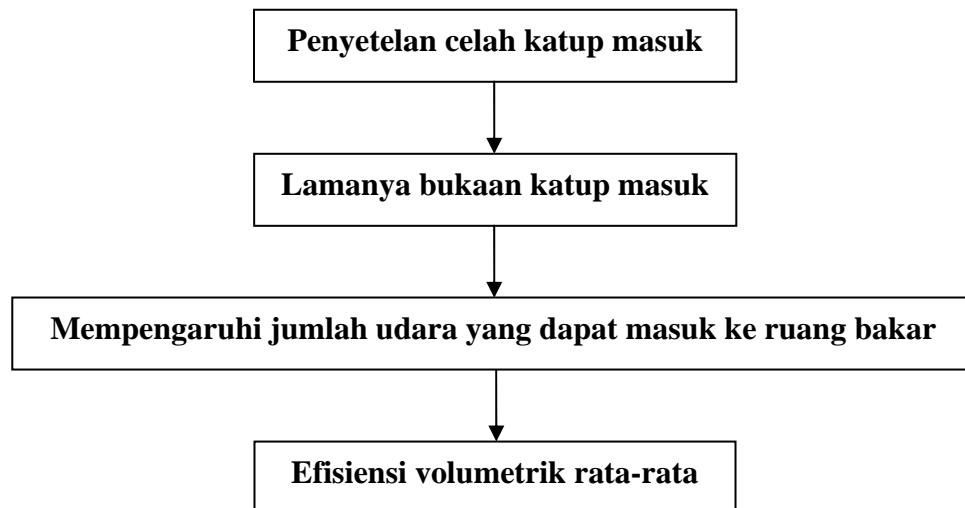
5. Putaran Mesin

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 perantaraan *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, perbandingan kompresi dan kecepatan motor.

B. Kerangka Berpikir

Mesin diesel dewasa ini semakin luas penggunaannya bukan hanya di bidang industri, di bidang otomotif selain diperluas penggunaannya juga diiringi dengan teknologi dan aplikasi demi memberikan kepuasan konsumen. Mesin diesel yang selama ini dikenal sebagai mesin yang tangguh dan bertenaga besar didukung oleh berbagai system yang mendukung kerjanya. Diantara sistem itu antara lain adalah sistem bahan bakar dan pemasukan udara karena mesin diesel merupakan mesin dengan penyalaan sendiri yaitu penyalaan bahan bakar dengan menggunakan kompresi tinggi sehingga bahan bakar terbakar dengan sendirinya. Pasokan udara yang cukup agar tercipta kondisi kompresi dan suhu yang tinggi di dalam ruang bakar sangat penting bagi mesin diesel. Pada mesin empat langkah udara yang dihisap pada langkah hisap sebanyak volume langkah pistonnya, dan itu merupakan kondisi idealnya (Arismunandar, 1997 : 32). Namun, hal tersebut tidak terjadi dalam keadaan sebenarnya. Perbandingan antara jumlah udara yang terisap yang sebenarnya terhadap jumlah udara yang terisap dalam keadaan ideal, disebut “efisiensi volumetrik.” Hal – hal yang mempengaruhi besarnya efisiensi volumetrik antara lain : Penyetelan celah katup, bentuk saluran masuk dan masuk, putaran mesin suhu dan tekanan udara dan sebagainya. 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 udara dapat masuk ke dalam silinder, jadi dengan kata lain 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 melalui bukaan katup penuh sehingga pengisapan membutuhkan kerja lebih sedikit dan ruang bakar dapat diisi dengan udara yang lebih banyak (efisiensi volumetriknya tinggi), sedangkan katup buang adalah katup yang digunakan untuk membuka dan menutup saluran pembuangan sehingga gas buang dapat terbang keluar dari dalam ruang bakar. Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini berlandaskan pada kerangka berpikir yang dapat digambarkan dengan diagram sebagai berikut:



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Pendekatan dan Desain Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Eksperimen pada penelitian ini yaitu dengan mengadakan percobaan secara langsung di laboratorium tentang pengukuran efisiensi volumetrik rata-rata dengan variasi penyetelan celah katup masuk, eksperimen ini dilakukan dengan tiga kali pengulangan untuk masing-masing celah katup masuk yang berbeda.

Desain atau pola penelitian yang digunakan adalah pola kasus (Arikunto, 1997 : 75).

B. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penyetelan celah katup masuk.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah efisiensi volumetrik rata-rata

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel di luar variabel penelitian yang tidak termasuk diteliti tetapi dapat mempengaruhi hasil penelitian. Dalam hal ini sebagai variabel kontrol adalah :

- a. Setelan celah katup buang tetap dalam kondisi standar yaitu 0,4 mm.
- b. Temperatur kerja mesin, yaitu 80°C.

C. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah cara-cara yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Metode yang digunakan untuk mendapatkan data penelitian adalah dengan cara melakukan eksperimen, yaitu variasi penyetelan celah katup masuk dilihat pengaruhnya terhadap efisiensi volumetrik rata-rata pada mesin diesel Isuzu Panther 2238 CC.

Eksperimen dibagi menjadi dua tahap yaitu : tahap persiapan yang antara lain terdiri tune up mesin dan menghidupkannya hingga mencapai kondisi kerjanya sedang tahap kedua adalah tahap pelaksanaan eksperimen terdiri dari pekerjaan menghubungkan mesin dengan *air box meter* serta pengambilan data dan mencatat hasil penelitian dalam lembar observasi.

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan eksperimen dan pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan pada :

Hari : Senin

Tanggal : 20 Februari 2006

Jam : 19.45 WIB – 00.15 WIB

Tempat : Laboratorium Community College Teknik Mesin UNNES

Jl. Kelud Raya No. 2 Semarang.

2. Bahan dan Alat

a. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu unit mesin diesel Isuzu Panther C 223 T sebagai bahan yang diteliti hasil efisiensi volumetrik rata-ratanya dengan spesifikasi mesin sebagai berikut:

- 1) Tipe mesin : C 223 T empat silinder empat langkah
- 2) Ruang bakar : Swirl chamber type (tak langsung)
- 3) Diameter x langkah (mm) : 88 x 92
- 4) Isi silinder (CC) : 2238
- 5) Perbandingan kompresi : 21 : 1
- 6) Putaran stasioner (Rpm) : 725 – 775
- 7) Tekanan kompresi (kg/cm^2) : 31 pada 200 Rpm
- 8) Tipe pompa bahan bakar : Model Bosch distributor VE
- 9) Tipe governor : Mekanik/sentrifugal
- 10) Tipe nozzle : Throttle type
- 11) Tekanan nozzle (kg/cm^2) : 185
- 12) Celah katup masuk (mm) : 0,4
- 13) Celah katup buang (mm) : 0,4
- 14) Katup masuk membuka : 11° sebelum TMA
 Katup masuk menutup : 49° setelah TMB
 Katup buang membuka : 51° sebelum TMB
 Katup buang menutup : 9° setelah TMA

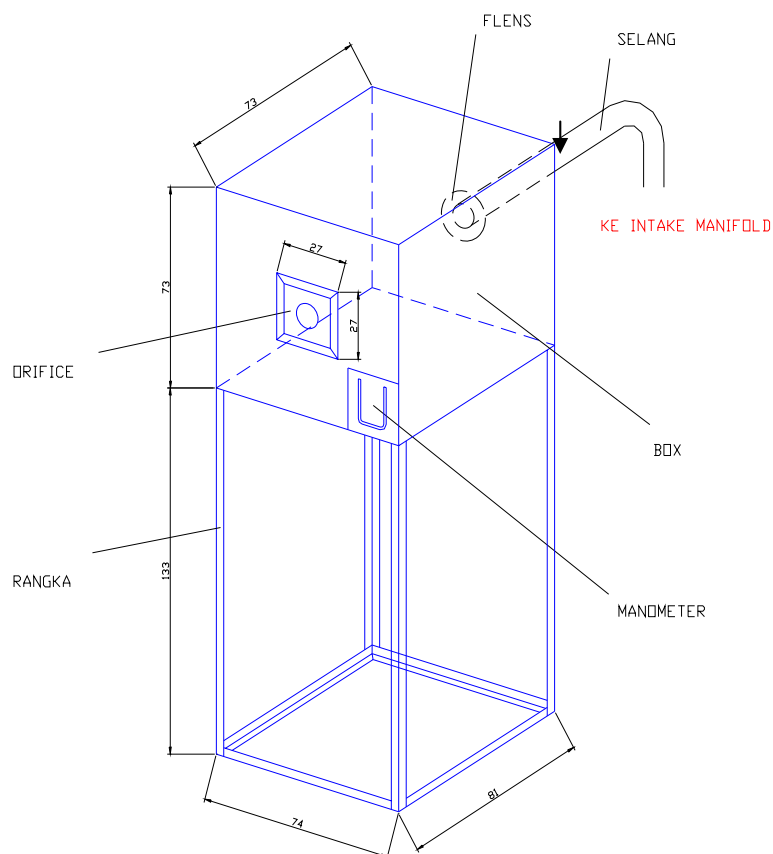
b. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- 1) *Air box meter*, alat yang berfungsi untuk mengukur jumlah volume udara yang masuk ke dalam silinder pada tekanan dan temperatur udara sekitar.
- 2) *Tachometer* diesel, alat yang berfungsi untuk menghitung jumlah putaran mesin pada masing-masing kondisi percobaan, sebelum memulai pengukuran jarum penunjuk pada alat ukur ditepatkan pada posisi nol melalui pengaturnya, apabila jarum penunjuk berada pada posisi nol, maka tacho meter tersebut dapat digunakan. Pengukuran dapat dimulai dengan menempelkan ujung tachometer pada lubang tengah magnet dan menekan tombol start, dengan

demikian akan tampak pada layar besar putaran yang dihasilkan oleh jarum penunjuk. Pengukuran selanjutnya jarum tachometer diposisikan pada nol dan pengukuran dapat dilakukan lagi.

- 3) *Stop watch*, alat yang berfungsi untuk mengukur waktu yang digunakan pada setiap kondisi percobaan.
- 4) *Thermometer*, alat yang berfungsi untuk *mengukur* temperatur ruang selama percobaan.
- 5) *Tool sets*, alat yang berfungsi untuk melakukan engine tune-up.
- 6) *Lembaran observasi*, yang berfungsi untuk mencatat data-data yang diperoleh selama percobaan.



Gambar 9. Bentuk Jadi Air box meter

Adapun pelaksanaan dari eksperimen dibagi menjadi dua tahap yaitu :

1. Tahap persiapan eksperimen.

Tujuan dari tahap persiapan eksperimen adalah mengkondisikan obyek penelitian pada kondisi yang siap pakai untuk dikenai perlakuan. Langkah-langkah pada tahap persiapan eksperimen antara lain sebagai berikut :

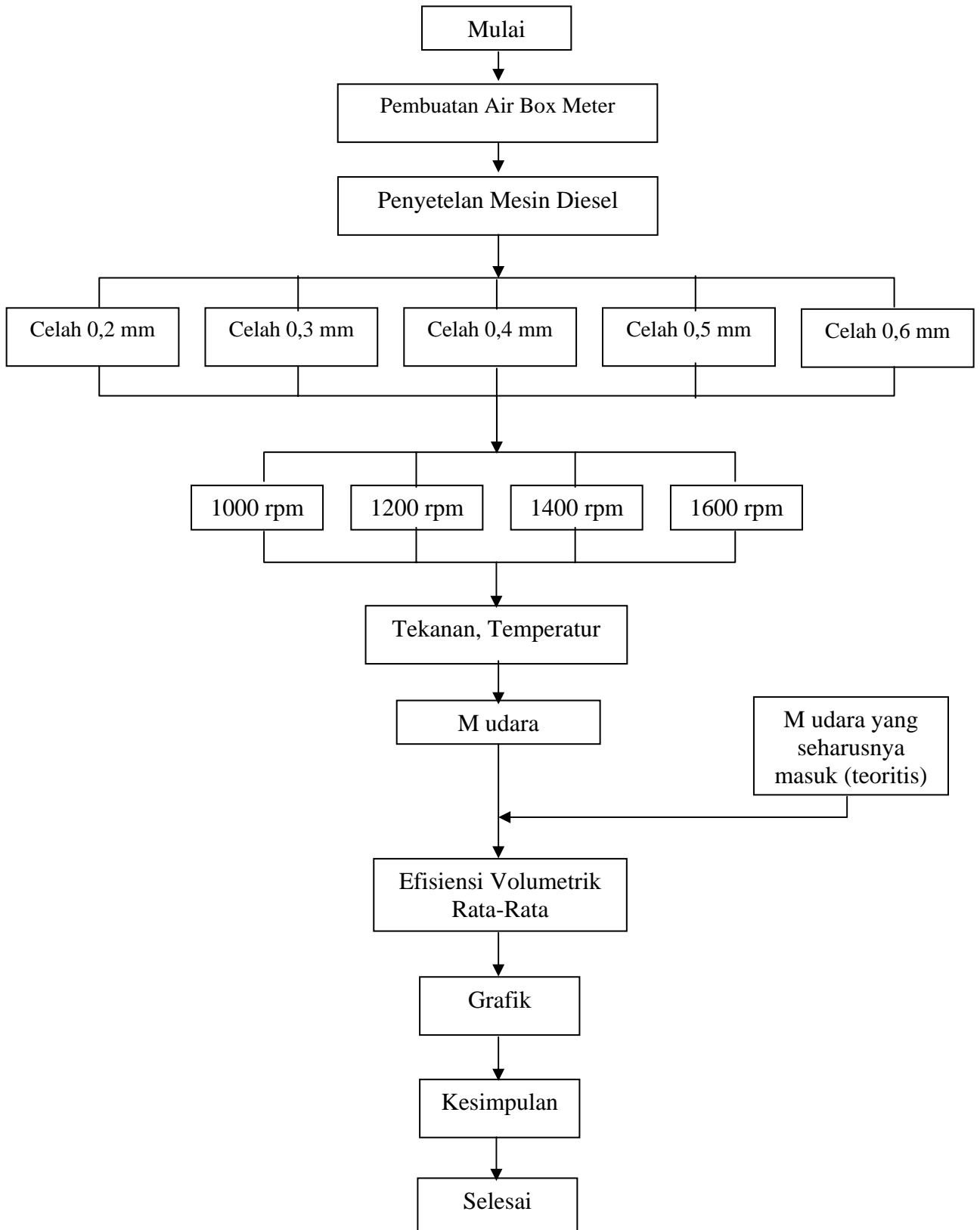
- a. Siapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan selama penelitian.
- b. Lakukan pengecekan keadaan mesin dalam kondisi normal.
- c. Lakukan tune-up mesin agar sesuai dengan spesifikasi mesin.
- d. Lakukan pemanasan awal mesin dengan asumsi bahwa mesin telah mencapai suhu kerja mesin kira-kira selama 10 – 15 menit.

2. Tahap pelaksanaan eksperimen.

- a. Lakukan penyetelan celah katup masuk yang diinginkan misalnya celah katup masuk 0,4 mm.
- b. Pasang *air box meter* pada mesin yaitu dengan cara menghubungkan slang dari alat ukur ke intake manifold yang mana filter udaranya telah dilepas.
- c. Hidupkan mesin.
- d. Setel putaran mesin yang diinginkan misalnya 1000 rpm dengan menggunakan tachometer diesel.
- e. Aktifkan stop watch.
- f. Amati pengukuran tinggi fluida pada manometer dan temperatur ruang pada thermometer.
- g. Catat hasil pengamatan dalam lembar observasi.
- h. Ulangi langkah a – g hingga diperoleh tiga kali pengulangan.
- i. Lakukan percobaan yang sama seperti langkah-langkah yang sudah tersebut di atas untuk celah katup masuk lainnya.

D. Alur Penelitian

Diagram Alur Penelitian



E. Metode Analisis Data

Data yang diperoleh dari eksperimen masih berupa data mentah yang harus diolah lebih lanjut menjadi parameter efisiensi volumetrik rata-rata. Data mentah tersebut masih berupa :

1. p pada manometer (ΔH) dalam satuan mm.
2. Temperatur ruang (T) dalam satuan $^{\circ}\text{C}$.
3. Tekanan udara (p) dalam satuan kg/cm^2 , tekanan untuk udara yaitu $1,033 \text{ kg}/\text{cm}^2 = 760 \text{ mmHg} = 1 \text{ atm}$
4. Putaran mesin (n) dalam satuan Rpm.
5. Diameter orifice (d) dalam satuan mm.
6. Coeficient of discharge (C_d) yaitu 0,6.
7. Diameter silinder (D) dalam satuan mm.
8. Panjang langkah (L) dalam satuan mm.
9. Konstanta gas (R) dalam satuan $\text{N.m}/\text{kg.K}$, konstanta gas untuk udara adalah $287 \text{ N.m}/\text{kg.K}$.
10. Percepatan gravitasi (g) dalam satuan m/s^2 , percepatan gravitasi di atas bumi adalah $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$.

Data mentah tersebut perlu dikonversikan terlebih dahulu untuk dijadikan sebagai data yang siap diolah. Konversi yang dimaksudkan adalah menyamakan satuan lain ke dalam satuan metrik.

Tabel 2. Faktor konversi

No.	Yang diukur	Satuan awal	Satuan akhir	Faktor konversi
1	p	kg/cm ²	kg/m ²	x 10 ⁴
2	T	°C	K	+ 273
3	H	mm	m	x 10 ⁻³
4	R	Nm/kg.K	m/K	$\frac{1}{9,81}$
5	d	mm	m	x 10 ⁻³
6	D	mm	m	x 10 ⁻³
7	L	mm	m	x 10 ⁻³

Untuk menganalisis data mentah yang telah diperoleh dari hasil penelitian, maka data-data tersebut di atas dimasukkan ke dalam persamaan-persamaan sebagai berikut :

1. Menentukan densitas udara (ρ_{udara}) dapat dihitung dari persamaan $p = \rho_{udara} \times R \times T$ maka :

$$\rho_{udara} = p/RT \quad (\text{Mathur dan Sharma, 1980 : hal 531})$$

2. Menentukan kecepatan udara masuk berdasarkan beda tekanan manometer pada saluran masuk udara dapat dihitung dengan rumus :

$$C = \sqrt{2 g H_{udara}} \quad (\text{Mathur dan Sharma, 1980 : hal 530 - 531})$$

dimana H adalah perbedaan *head* udara yang disebabkan oleh aliran. Perbedaan head ini diukur dengan satuan kolom air sehingga harus dikonversi ke kolom udara maka,

$$p = H_{air} \times 1 \times \rho_{air} = H_{udara} \times 1 \times \rho_{udara}$$

$$H_{udara} = H_{air} \times \rho_{air} / \rho_{udara}$$

sehingga persamaan di atas dapat ditulis :

$$C = \sqrt{\frac{2g(H_{air} \times \rho_{air})}{\rho_{udara}}}$$

3. Menentukan *coeficient of discharge* (Cd), angka *Reynolds* untuk aliran udara

$$\text{masuk, (Re)} = \frac{\rho_{udara} \cdot C_{udara} \cdot d}{\mu}$$

koefisien aliran K pada orifice dapat dihitung dengan rumus : $K = Cd \cdot M$

$Cd = \text{Coeficient of discharge}$

$M = \text{Faktor kecepatan masuk}$

$$M = \frac{1}{\sqrt{1 - (A_2 / A_1)}}$$

$$A_2 = \pi/4 \times (\text{diameter orifice})^2$$

$A_1 = \sim$ (Tidak ada penampang karena berhubungan langsung dengan udara luar)

sehingga harga $(A_2/A_1)^2 \approx 0$, sehingga harga dari M dari persamaan di atas sama dengan 1, sehingga $K = Cd$.

4. Menentukan laju aliran volume udara dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q = Cd \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2g(H_{air} \times \rho_{air})}{\rho_{udara}}}$$

5. Menentukan laju *swept* volume dari piston dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Q_{\text{swept}} = \frac{\left\{ \frac{\pi}{4} D^2 \times L \times N \times n \right\} / 2}{60}$$

6. Menghitung efisiensi volumetrik rata-rata

$$\text{Efisiensi Volumetrik } (\eta_v) = \frac{Q_{\text{swept}}}{Q_{\text{theoretic}}}$$

Dari data mentah yang dimasukkan ke dalam persamaan-persamaan tersebut di atas maka diperoleh data hasil pengukuran efisiensi volumetrik rata-rata yang kemudian digambarkan dengan grafik dalam *histogram* atau *polygon frekuensi* serta tabel dengan menggunakan bantuan *Software Microsoft Excel*.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Data Hasil Penelitian

Setelah diadakan penelitian data yang diperoleh dikelompokkan dan dibuat tabel yang menunjukkan rata – rata hasil penelitian seperti pada tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Data Hasil Penelitian

rpm	Celah Katup Masuk									
	0,2 mm		0,3 mm		0,4 mm		0,5 mm		0,6 mm	
	ΔH (mm)	T (°C)	ΔH (mm)	T (°C)	ΔH (mm)	T (°C)	ΔH (mm)	T (°C)	ΔH (mm)	T (°C)
1000	7	26,5	6,3	27	5,7	26,83	5	26,33	4	26
1200	11,3	26,5	9,7	27	9	27	8	26,5	8	26
1400	19	26,5	18	27	16,67	27	15	26,5	14	26
1600	25	27	23,3	26,5	22	26,83	20,7	26,5	20	26

Keterangan :

Data dari tabel 3 di atas hanya menunjukkan rata-rata hasil penelitian tiap setelan katup dan kondisi putaran mesin yang berbeda, untuk lebih lengkapnya lihat pada lampiran 2. Dalam penelitian ini putaran mesin hanya sampai pada 1600 rpm saja, karena pada putaran mesin yang melebihi 1600 rpm, putaran mesinnya cenderung naik terus sehingga sulit untuk mengatur putaran mesin. Hal ini disebabkan oleh karena tidak adanya pembebanan pada mesin pada saat pengambilan data.

2. Hasil Pengukuran Variasi Penyetelan Celah Katup Masuk terhadap Efisiensi Volumetrik Rata-Rata.

Dari data yang disajikan dalam tabel 3 kemudian diolah lagi berdasarkan rumus yang ada sehingga diperoleh data hubungan antara efisiensi volumetrik dengan variasi celah katup dan putaran mesin seperti pada tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran Efisiensi Volumetrik Rata-rata dalam %.

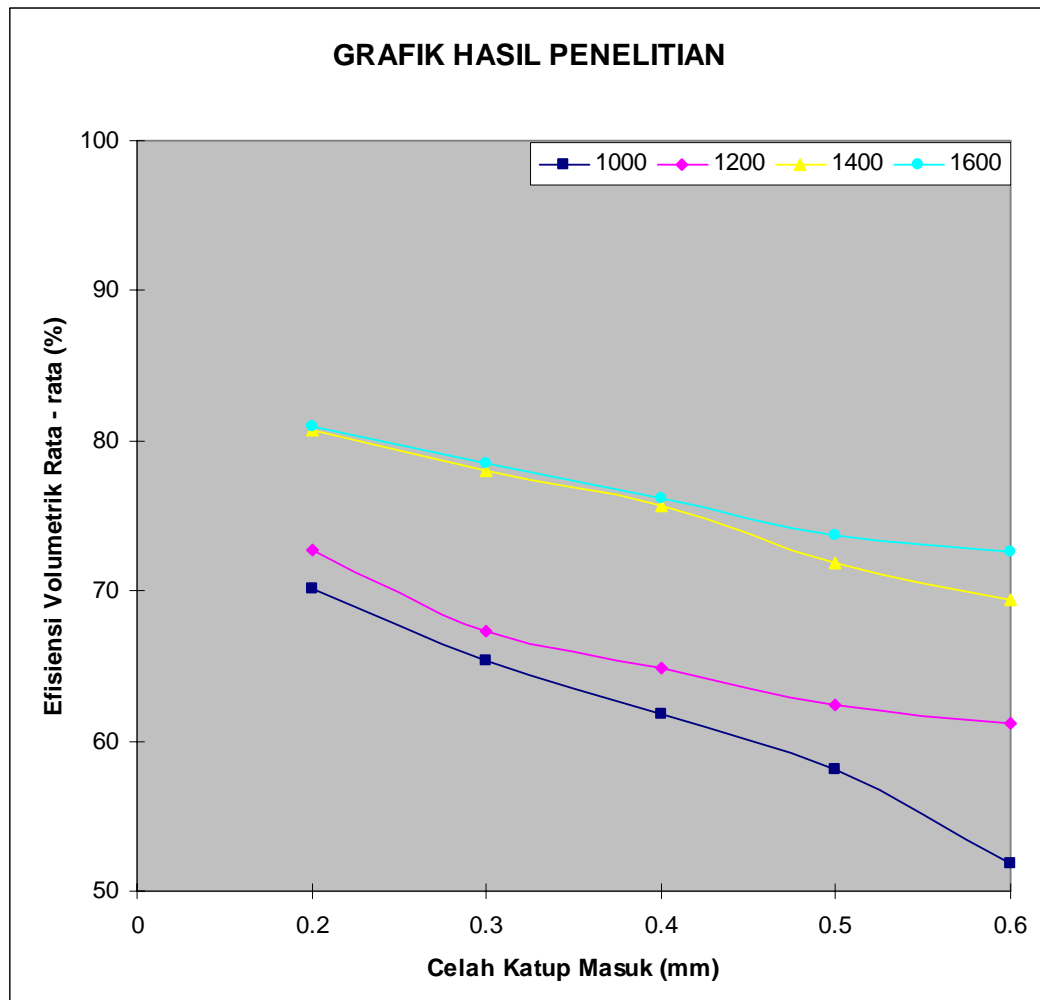
Putaran Mesin (rpm)	Efisiensi Volumetrik Rata-rata (%)				
	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
1000	69,78	64,90	61,38	57,60	51,49
1200	72,29	66,82	64,48	61,99	60,69
1400	80,23	77,43	75,21	71,29	68,81
1600	80,59	77,80	75,58	73,22	71,97

Berdasarkan data hasil pengukuran efisiensi volumetrik rata-rata pada tabel 4 menunjukkan bahwa dengan celah katup masuk yang semakin rapat efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Pada putaran mesin yang semakin tinggi pada setiap variasi penyetelan celah katup masuk, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan juga cenderung meningkat. Efisiensi volumetrik rata-rata tertinggi adalah yang dihasilkan oleh celah katup masuk 0,2 mm dengan putaran mesin 1600 rpm sedangkan efisiensi volumetrik rata – rata terendah adalah yang dihasilkan oleh celah katup masuk 0,6 pada putaran mesin 1000 rpm.

Penyetelan celah katup masuk yang rapat akan menyebabkan katup membuka lebih awal dan menutupnya lebih lama, berarti bukaan katupnya lebih lama sehingga udara yang masuk ke ruang bakar akan lebih banyak, Semakin banyak udara yang masuk ke ruang bakar berarti efisiensi volumetrik rata rata yang dihasilkan semakin besar. Sedangkan dengan penyetelan celah katup yang renggang akan menyebabkan katup membuka lebih lambat dan menutupnya lebih awal berarti bukaan katupnya lebih singkat sehingga udara yang masuk ke ruang bakar lebih sedikit. Semakin sedikit udara yang masuk ke ruang bakar berarti efisiensi volumetrik rata – ratanya semakin kecil.

Putaran mesin yang semakin tinggi pada setiap variasi celah katup masuk efisiensi volumetrik rata – rata yang dihasilkan juga semakin meningkat. Hal ini karena dengan putaran mesin yang tinggi udara yang masuk ke ruang bakar bergerak lebih cepat akibat hisapan piston yang juga bergerak dengan cepat, sehingga udara yang masuk ke ruang bakar akan lebih banyak. Begitu juga sebaliknya.

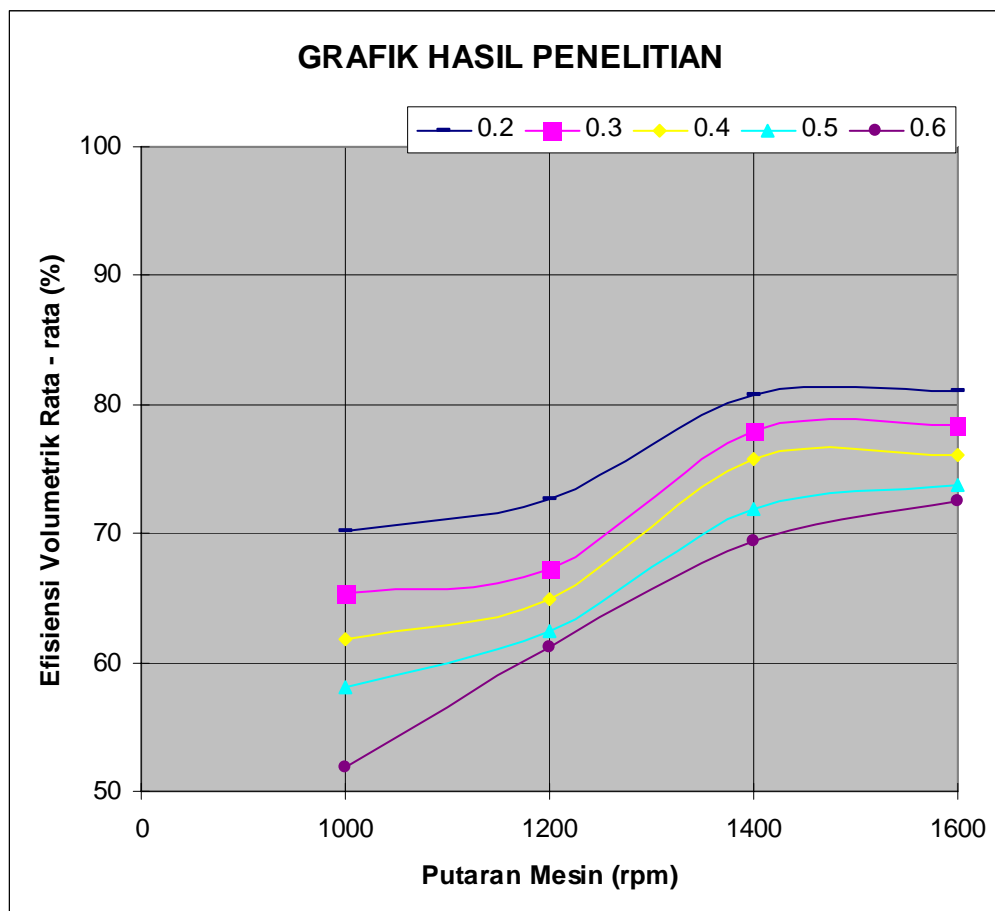
Berdasarkan tabel hasil pengukuran efisiensi volumetrik rata-rata di atas dapat dibuat grafik hasil penelitian sebagai berikut :



Gambar 10. Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan celah katup masuk

Berdasarkan grafik hasil penelitian pada gambar 10 menunjukkan bahwa dengan celah katup masuk yang semakin rapat efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Pada putaran mesin yang semakin tinggi pada setiap variasi penyetelan celah katup masuk, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat juga. Efisiensi volumetrik rata-rata tertinggi adalah yang dihasilkan oleh celah katup masuk 0,2 mm dengan putaran mesin

1600 rpm, sedangkan efisiensi volumetrik rata – rata terendah dihasilkan pada setelan celah katup masuk 0,6 mm dengan putaran mesin 1000 rpm.

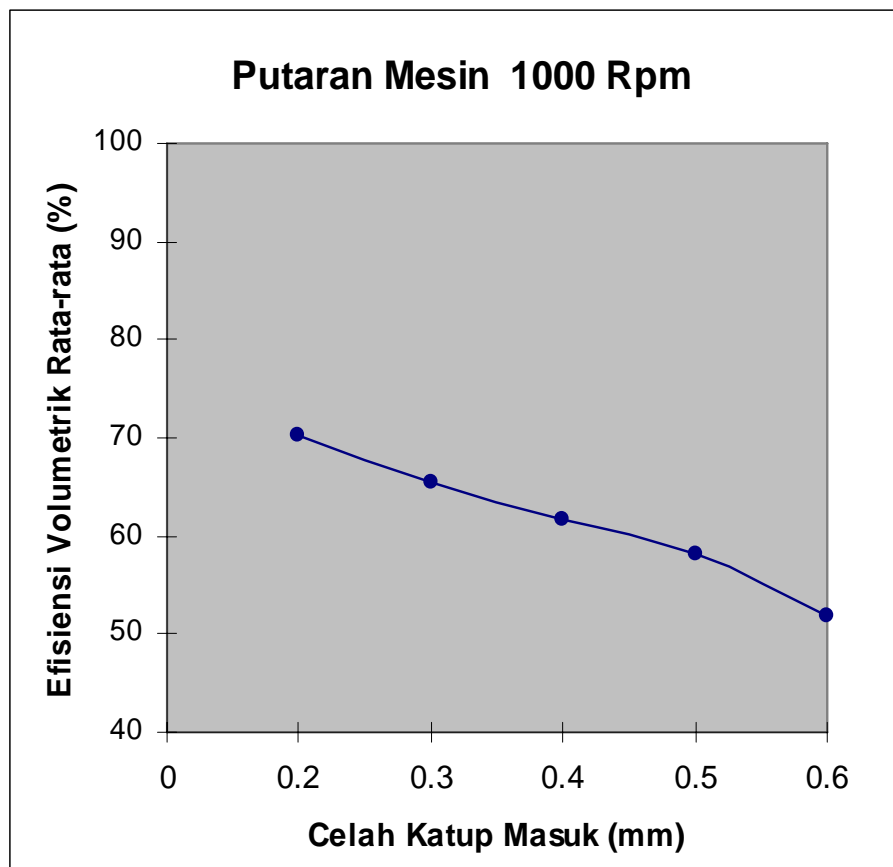


Gambar 11. Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan putaran mesin

Berdasarkan grafik hasil penelitian pada gambar 11 menunjukkan bahwa dengan putaran mesin yang semakin tinggi pada setiap celah katup masuk, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Efisiensi volumetrik rata-rata tertinggi adalah yang dihasilkan oleh celah katup masuk 0,2 mm dengan putaran mesin 1600 rpm.

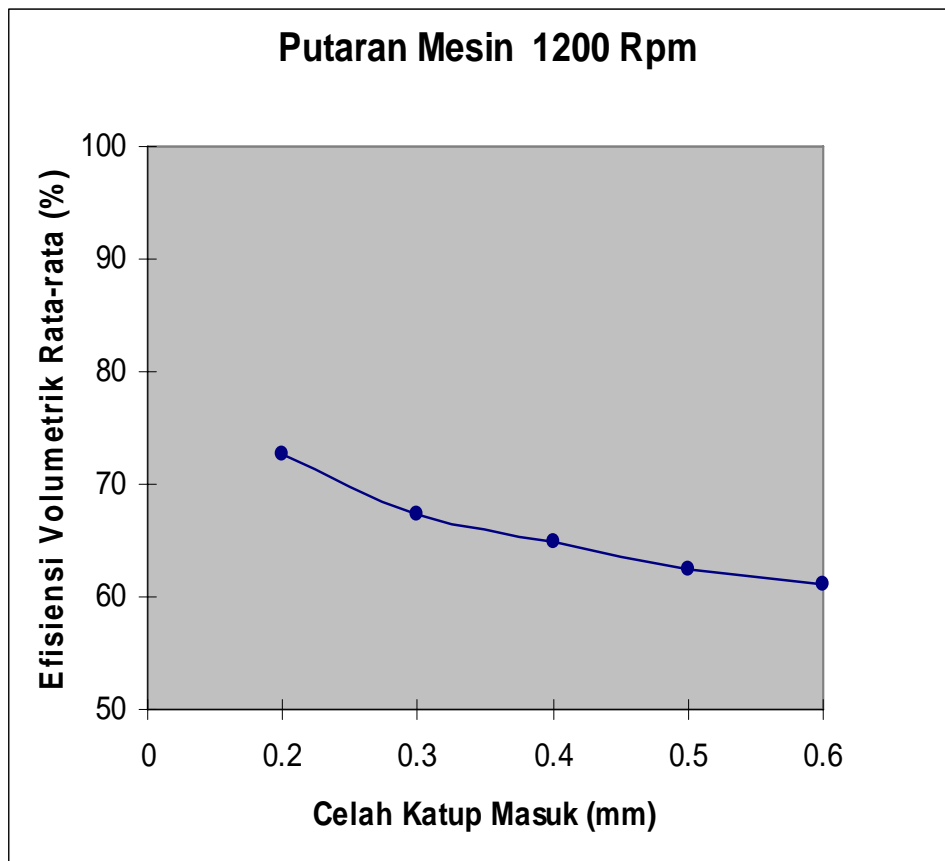
B. Pembahasan

Tabel 4 berisi tentang hasil pengukuran efisiensi volumetrik rata-rata dengan variasi penyetelan celah katup masuk pada putaran mesin 1000 rpm, 1200 rpm, 1400 rpm dan 1600 rpm. Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian menunjukkan bahwa dengan variasi penyetelan celah katup masuk dapat diketahui perubahannya terhadap efisiensi volumetrik rata-rata pada motor diesel Isuzu Panther.



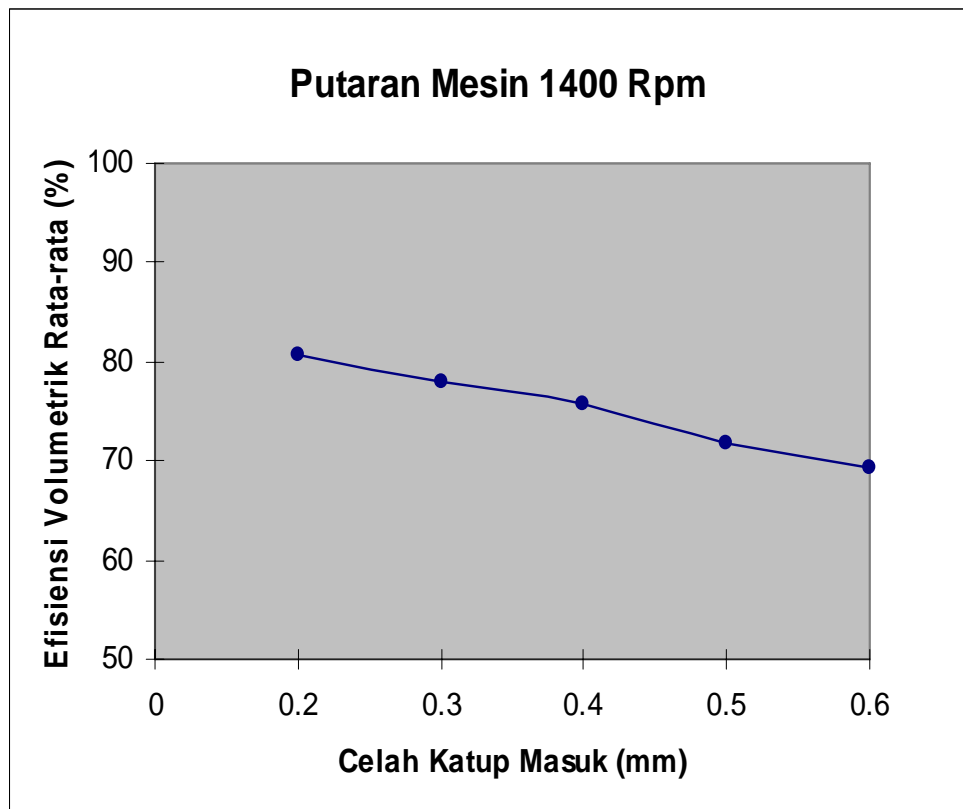
Gambar 12. Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan celah katup pada putaran mesin 1000 rpm.

Berdasarkan grafik pada gambar 12 menunjukkan bahwa dengan penyetelan celah katup masuk yang semakin rapat, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Pada putaran mesin 1000 Rpm, efisiensi volumetrik rata-rata tertinggi adalah yang dihasilkan dari penyetelan celah katup masuk 0,2 mm yaitu sebesar **69,78%**, sedangkan efisiensi volumetrik rata – rata terendah adalah yang dihasilkan dari penyetelan celah katup masuk 0,6 mm yaitu sebesar **51,49%**.



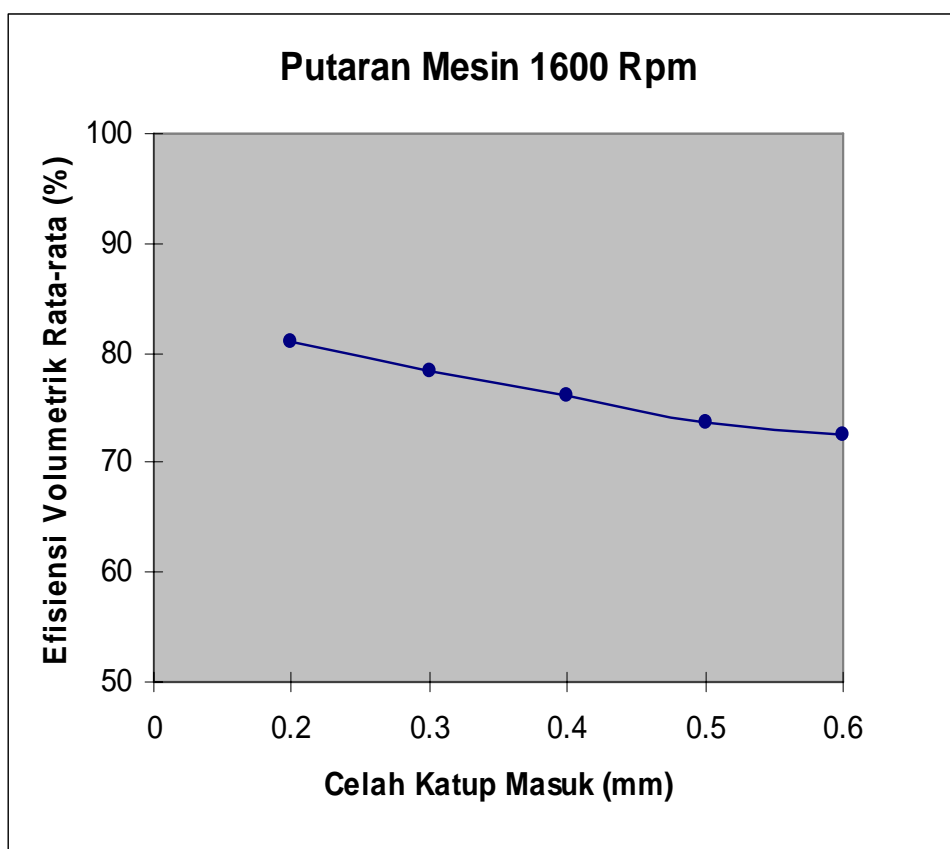
Gambar 13. Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan celah katup pada putaran mesin 1200 rpm.

Berdasarkan grafik pada gambar 13 menunjukkan bahwa dengan penyetelan celah katup masuk yang semakin rapat, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Pada putaran mesin 1200 rpm, efisiensi volumetrik rata-rata tertinggi adalah yang dihasilkan dari penyetelan celah katup masuk 0,2 mm yaitu sebesar **72,29%**, sedangkan efisiensi volumetrik rata – rata terendah adalah yang dihasilkan dari penyetelan celah katup masuk 0,6 mm yaitu sebesar **60,69%**.



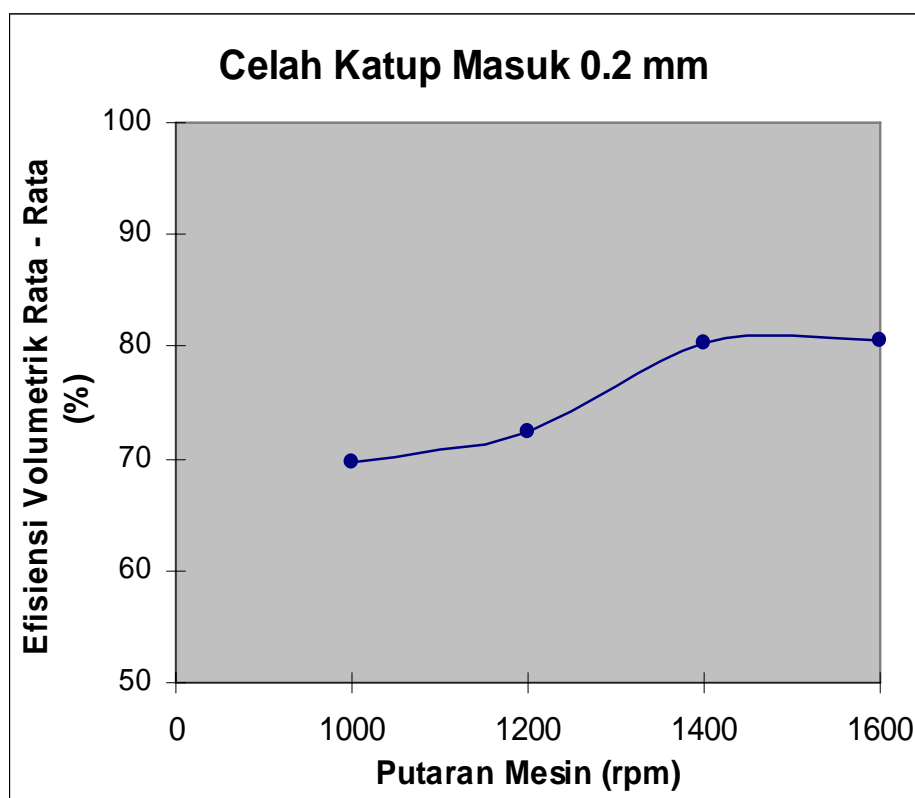
Gambar 14. Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan celah katup pada putaran mesin 1400 rpm.

Berdasarkan grafik pada gambar 14 menunjukkan bahwa dengan penyetelan celah katup masuk yang semakin rapat, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Pada putaran mesin 1400 rpm, efisiensi volumetrik rata-rata tertinggi adalah yang dihasilkan dari penyetelan celah katup masuk 0,2 mm yaitu sebesar **80,23%**, sedangkan efisiensi volumetrik rata – rata terendah adalah yang dihasilkan dari penyetelan celah katup masuk 0,6 mm yaitu sebesar **68,81%**.



Gambar 15. Grafik hubungan antara efisiensi volumetrik rata – rata dengan celah katup pada putaran mesin 1600 rpm.

Berdasarkan grafik pada gambar 15 menunjukkan bahwa dengan penyetelan celah katup masuk yang semakin rapat, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Pada putaran mesin 1600 Rpm, efisiensi volumetrik rata-rata tertinggi adalah yang dihasilkan dari penyetelan celah katup masuk 0,2 mm yaitu sebesar **80,59%**, sedangkan efisiensi volumetrik rata – rata terendah adalah yang dihasilkan dari penyetelan celah katup masuk 0,6 mm yaitu sebesar **71,97%**.



Gambar 16. Grafik hubungan efisiensi volumetrik rata-rata dengan putaran mesin pada celah katup masuk 0,2 mm.

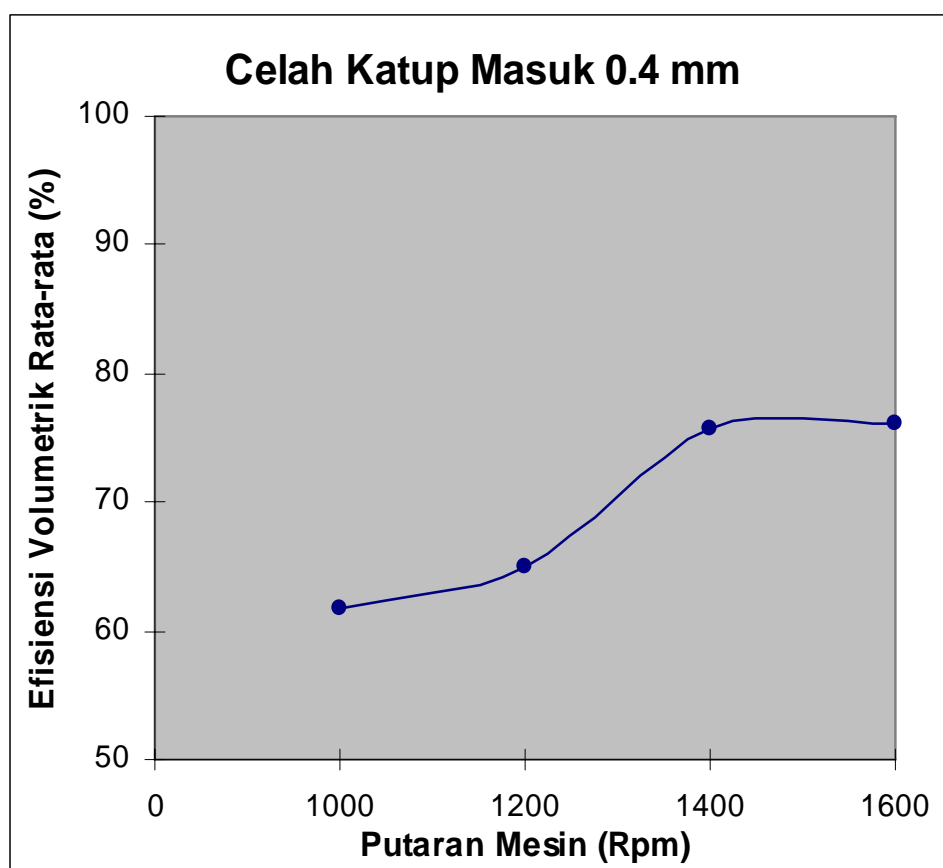
Berdasarkan grafik pada gambar 16 menunjukkan bahwa dengan putaran mesin yang semakin tinggi, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Pada celah katup masuk 0,2 mm, efisiensi volumetrik rata-rata tertinggi adalah yang dihasilkan dari putaran mesin 1600 Rpm yaitu sebesar **80,59%**, sedangkan efisiensi volumetrik rata – rata terendah adalah yang dihasilkan dari putaran mesin 1000 rpm yaitu sebesar **69,78 %**.



Gambar 17. Grafik hubungan efisiensi volumetrik rata-rata dengan putaran mesin pada celah katup masuk 0,3 mm.

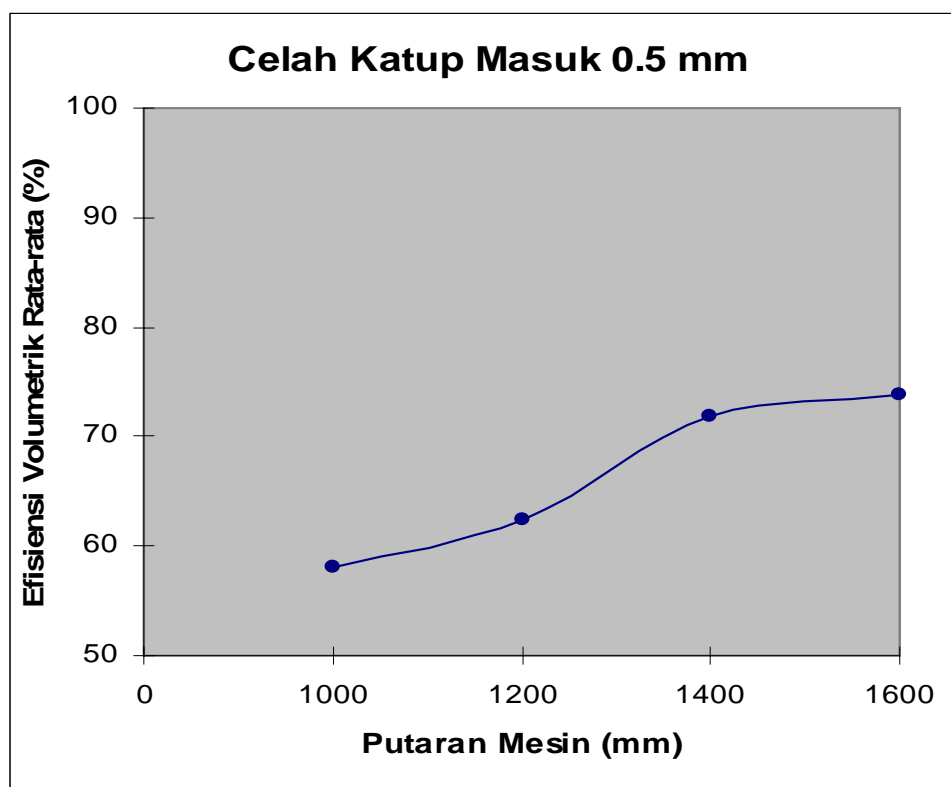
Berdasarkan grafik pada gambar 17 menunjukkan bahwa dengan putaran mesin yang semakin tinggi, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Pada celah katup masuk 0,3 mm, efisiensi volumetrik rata-rata tertinggi adalah yang dihasilkan dari putaran mesin 1600 Rpm yaitu sebesar

77,80%, sedangkan efisiensi volumetrik rata – rata terendah adalah yang dihasilkan dari putaran mesin 1000 rpm yaitu sebesar **64,90 %**.



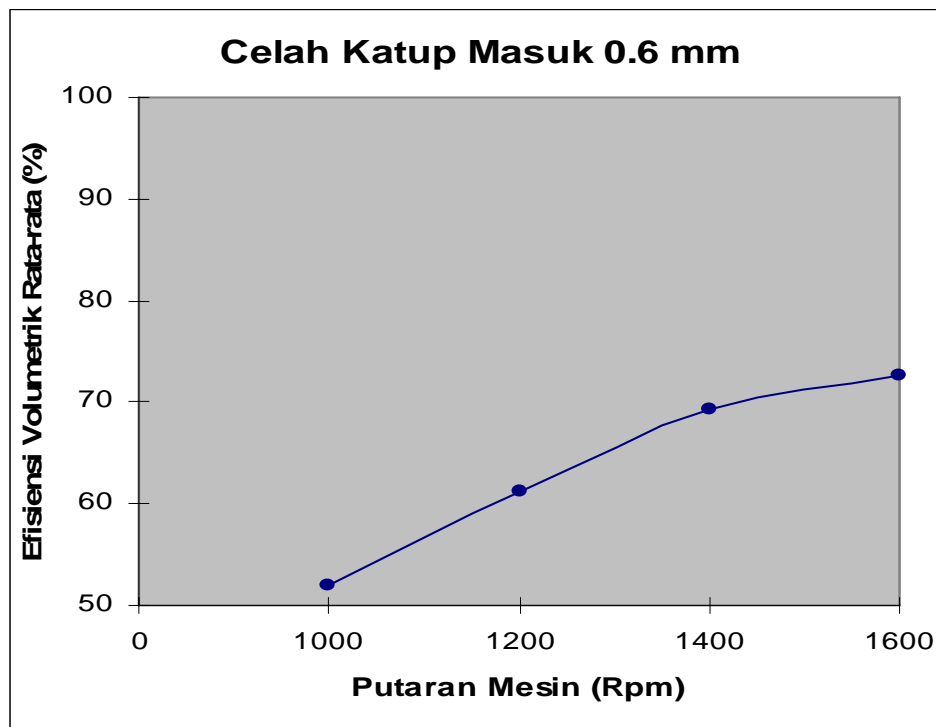
Gambar 18. Grafik hubungan efisiensi volumetrik rata-rata dengan putaran mesin pada celah katup masuk 0,4 mm.

Berdasarkan grafik pada gambar 18 menunjukkan bahwa dengan putaran mesin yang semakin tinggi, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Pada celah katup masuk 0,4 mm, efisiensi volumetrik rata-rata tertinggi adalah yang dihasilkan dari putaran mesin 1600 Rpm yaitu sebesar **75,58%**, sedangkan efisiensi volumetrik rata – rata terendah adalah yang dihasilkan dari putaran mesin 1000 rpm yaitu sebesar **61,38 %**.



Gambar 19. Grafik hubungan efisiensi volumetrik rata-rata dengan putaran mesin pada celah katup masuk 0,5 mm.

Berdasarkan grafik pada gambar 19 menunjukkan bahwa dengan putaran mesin yang semakin tinggi, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Pada celah katup masuk 0,5 mm, efisiensi volumetrik rata-rata tertinggi adalah yang dihasilkan dari putaran mesin 1600 Rpm yaitu sebesar **73,22%**, sedangkan efisiensi volumetrik rata – rata terendah adalah yang dihasilkan dari putaran mesin 1000 rpm yaitu sebesar **57,60 %**.



Gambar 20. Grafik hubungan efisiensi volumetrik rata-rata dengan putaran mesin pada celah katup masuk 0,6 mm.

Berdasarkan grafik pada gambar 20 menunjukkan bahwa dengan putaran mesin yang semakin tinggi, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Pada celah katup masuk 0,6 mm, efisiensi volumetrik rata-rata tertinggi adalah yang dihasilkan dari putaran mesin 1600 Rpm yaitu sebesar **71,97%**, sedangkan efisiensi volumetrik rata – rata terendah adalah yang dihasilkan dari putaran mesin 1000 rpm yaitu sebesar **51,49 %**.

Berdasarkan grafik hasil penelitian pada grafik 1 menunjukkan bahwa dengan celah katup masuk yang semakin rapat, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat, demikian juga halnya dengan celah katup masuk yang semakin renggang, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung menurun.

Penyetelan celah katup masuk yang rapat akan menyebabkan katup membuka lebih awal dan menutupnya lebih lama, berarti bukaan katupnya lebih lama sehingga udara yang masuk ke ruang bakar akan lebih banyak, Semakin banyak udara yang masuk ke ruang bakar berarti efisiensi volumetrik rata rata yang dihasilkan semakin besar, hal ini sesuai dengan mekanisme timing valve diagram yang disajikan pada gambar 5 dan 6. Sedangkan dengan penyetelan celah katup yang renggang akan menyebabkan katup membuka lebih lambat dan menutupnya lebih awal berarti bukaan katupnya lebih singkat sehingga udara yang masuk ke ruang bakar lebih sedikit. Semakin sedikit udara yang masuk ke ruang bakar berarti efisiensi volumetrik rata – ratanya semakin kecil.

Berdasarkan grafik pada gambar 11 menunjukkan bahwa dengan putaran mesin yang semakin tinggi, efisiensi volumetrik rata-rata pada setiap celah katup masuk yang dihasilkan cenderung meningkat. Hal ini karena pada putaran mesin yang tinggi, udara yang masuk ke ruang bakar bergerak lebih cepat akibat hisapan piston yang juga bergerak dengan cepat, sehingga udara yang masuk ke ruang bakar akan lebih banyak. Hal ini sesuai dengan rumusan yang menjadi dasar perhitungan dalam penelitian ini yaitu $C = \sqrt{2gh}$. Hal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut : pada putaran tinggi, tekanan udara di dalam ruang bakar semakin rendah hal ini terjadi karena kebutuhan udara untuk pembakaran semakin banyak. Ditambah lagi gerakan translasi piston semakin cepat yang juga mengakibatkan hisapan yang juga semakin cepat. Dengan adanya hisapan yang semakin cepat dan perbedaan tekanan yang semakin tinggi maka semakin banyak pula udara yang dapat dimasukkan. Hal ini sesuai dengan rumus di atas bahwa perbedaan tekanan

berbanding lurus dengan kecepatan alir fluida yang diakibatkan oleh hisapan akibat gerakan piston. Disamping itu pada putaran tinggi kerugian akibat penghisapan semakin kecil. Celah katup masuk yang disetel rapat maka hal ini sangat membantu untuk memenuhi kebutuhan udara yang maksimal tersebut, sehingga efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan akan meningkat.

C. Kelemahan Penelitian

Kelemahan dalam penelitian ini adalah:

1. Suhu lingkungan yang tidak dikondisikan
2. Penelitian yang dilakukan terbatas pada rpm 1600, sehingga tidak terdeteksi pengaruh penyetelan celah katup terhadap efisiensi volumetrik pada putaran yang lebih tinggi.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh efisiensi volumetrik rata-rata dari variasi penyetelan celah katup masuk. Penyetelan celah katup masuk yang semakin rapat pada setiap putaran mesin, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Demikian juga halnya dengan putaran mesin yang semakin tinggi hingga 1600 rpm pada setiap celah katup masuk, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan juga cenderung meningkat.

B. Saran

1. Sebaiknya penyetelan celah katup masuk harus sesuai dengan spesifikasi mesin, harapannya agar pada kondisi putaran mesin tertentu efisiensi volumetrik rata-rata tetap tercapai dengan maksimum.
2. Untuk menghindari setelan celah katup yang tidak sesuai dengan spesifikasi mesin, lakukanlah tune-up mesin secara rutin agar performa mesin tetap dalam kondisi yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2002. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Arismunandar, W. 1983. *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta : Pradya Paramita.
- Arismunandar, W. 1977. *Motor Bakar Torak*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Holman, J.P. 1985. *Metode Pengukuran Teknik Edisi ke – 4*. Jakarta : Erlangga
- Maleev, V. L. 1991. *Operasi dan Pemeliharaan Mesin Diesel*. Jakarta : Erlangga.
- Maleev, V. L. 1993. *Internal Combustion Engine Second Edition*. New York McGraw – Hill Book Company, Inc.
- Sharma, R.P & Mathur, M.L. 1980. *Internal Combustion Engine*. New Delhi. Hanpar Rai & Sons.
- Teiseran, E. 1999. *Teknik Motor*. Yogyakarta. Liberty

LAMPIRAN 1

Contoh Perhitungan Dalam Pengolahan Data

Aliran udara pada mesin empat silinder empat langkah dengan bahan bakar solar murni. Untuk putaran mesin 1600 Rpm dan dengan celah katup 0,2 mm. Data-data pengukuran yang diketahui sebagai berikut:

- p pada manometer (ΔH) : 25 mmH₂O
- Temperatur ruang (T) : 27°C
- Tekanan udara (p) : 760 mmHg
- Diameter orifice (d) : 50 mm
- Diameter silinder (D) : 88 mm
- Panjang langkah (L) : 92 mm

Menentukan Laju Aliran Massa Udara Yang Masuk Ke Dalam Silinder

Dari persamaan (Mathur dan Sharma, 1980 : hal 531) $p = \rho_{udara} \times R \times T$, maka

$$\rho_{udara} = p/RT \quad (1)$$

Harga R untuk udara adalah (Chengel dan Boles, 1994 : hal 65)

$$R = 287 \text{ Pa.m}^3/\text{kg.K} = 287 \text{ N/m}^2 \text{ m}^3/\text{kg.K} = 287 \text{ N.m/kg.K}$$

$$= \frac{287}{9,81} \text{ kg.m/kg. K}$$

$$= 29,26 \text{ m/K}$$

Dari persamaan (1) maka densitas udara dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\rho_{udara} &= \{760 (1,013 \times 10^5) \text{ Pa}\} / \{29,26 \text{ m/K} \times (27 + 273)\text{K}\} \\ &= \{1(1,013 \times 10^5 / 9,81) \text{ kg/m}^2\} / \{29,26 \text{ m/K} \times 300 \text{ K}\} \\ &= \{1(1,033 \times 10^4) \text{ kg/m}^2\} / \{8778 \text{ m}\} \\ &= 1,177 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Kecepatan udara masuk berdasarkan beda tekanan manometer pada saluran masuk udara dihitung dengan rumus (Mathur dan Sharma, 1980 : hal 530 - 531) :

$$C = \sqrt{2 g H_{udara}} \quad (2)$$

dimana H adalah perbedaan *head* udara yang disebabkan oleh aliran. Perbedaan head ini diukur dengan satuan kolom air sehingga harus dikonversi ke kolom udara maka,

$$p = H_{air} \times 1 \times \rho_{air} = H_{udara} \times 1 \times \rho_{udara}$$

$$H_{udara} = H_{air} \times \rho_{air} / \rho_{udara}$$

Sehingga persamaan (2) dapat ditulis :

$$C = \sqrt{\frac{2g(H_{air} \times \rho_{air})}{\rho_{udara}}} \quad (3)$$

Dari data yang ada, maka kecepatan udara masuk adalah :

$$C = \sqrt{\frac{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2 (0,025 \text{ m} \times 1000 \text{ kg/m}^3)}{1,177 \text{ kg/m}^3}} = 20,41 \text{ m/s}$$

Dari sifat-sifat udara (Borman dan Raglan, 1998 hal 572) harga μ untuk udara dengan $T = 300 \text{ K}$.

$$\mu = 1,853 \times 10^{-5} \text{ kg /m.s}$$

Angka *Reynolds* untuk aliran udara masuk adalah

$$Re = \frac{\rho_{udara} \cdot C_{udara} \cdot d}{\mu}$$

$$Re = \frac{1,177 (kg / m^3) 20,41 (m / s) 0,05 (m)}{1,867 \times 10^{-5} (kg / m.s)} = 75722$$

Menentukan koefisien aliran K pada orifice :

$$K = Cd \cdot M$$

$$Cd = \text{Coefficient of discharge}$$

$$M = \text{Faktor kecepatan masuk}$$

$$M = \frac{1}{\sqrt{1 - (A_2 / A_1)}} \quad (4)$$

$$A_2 = \pi/4 \times (\text{diameter orifice})^2$$

$$A_1 = \sim \text{ (Tidak ada penampang karena berhubungan langsung dengan udara luar)}$$

Sehingga harga $(A_2/A_1)^2 \approx 0$, sehingga harga dari M dari persamaan (4) sama dengan 1, sehingga $K = Cd$. Dengan rasio diameter orifice terhadap diameter pipa $\beta = 0$, dari grafik koefisien aliran (Holman, 1994 hal 242) dengan angka Reynolds 75722 maka didapat harga $K = Cd \approx 0,6$. Dengan demikian laju aliran volume udara dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Q = Cd \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2g (H_{air} \times \rho_{air})}{\rho_{udara}}} \quad (5)$$

$$Q = 0,6 \cdot \pi/4 \cdot (0,05)^2 \text{ m}^2 \cdot 20,41 \text{ m/s} = 0,0240 \text{ m}^3/\text{s} = 2,40 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$$

Laju aliran massa udara dihitung dengan $m_{\text{udara}} = Q \cdot \rho_{\text{udara}}$

$$\begin{aligned}
 &= 2,40 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s} \times 1,177 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 2,824 \times 10^{-2} \text{ kg/s} \times 3600 \\
 &= 101,844 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Jadi laju aliran massa udara yang masuk ke dalam silinder adalah **101,844 kg/jam**

Menghitung Efisiensi Volumetrik Rata-rata

Laju *swept* volume dari piston adalah

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{swept}} &= \frac{\left\{ \frac{\pi}{4} D^2 \times L \times N \times n \right\} / 2}{60 \text{ s}} \\
 Q_{\text{swept}} &= \frac{\left\{ \frac{\pi}{4} (0,088)^2 \text{ m}^2 \times 0,092 \text{ m} \times 4 \times 1600 \text{ rpm} \right\} / 2}{60 \text{ s}} \\
 &= 0,0298 \text{ m}^3/\text{s} = 2,98 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi Volumetrik } (\eta_v) = \frac{\text{Laju aliran volume udara aktual}}{\text{Laju aliran volume udara teoritis}}$$

$$= \frac{2,40 \times 10^{-2} \text{ m}^3 / \text{s}}{2,98 \times 10^{-2} \text{ m}^3 / \text{s}} = 80,59 \%$$