

**UNJUK KERJA MEKANISME KATUP  
VARIABLE VALVE TIMING AND LIFT  
ELECTRONIC CONTROL (VTEC)  
PADA MOBIL HONDA JAZZ**

**DAYA : 83 PS**

**PUTARAN : 5700 rpm**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Sarjana**

**Oleh :**

**SUWARDI SARAGIH  
NIM: 05.813.0016**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2009**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)27/12/23

# UNJUK KERJA MEKANISME KATUP VARIABLE VALVE TIMING AND LIFT ELECTRONIC CONTROL (VTEC) PADA MOBIL HONDA JAZZ

DAYA : 83 PS

PUTARAN : 5700 rpm

## TUGAS AKHIR


Oleh:

SUWARDI SARAGIH

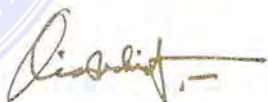
NIM: 05.813.0016

Disetujui,

Pembimbing I

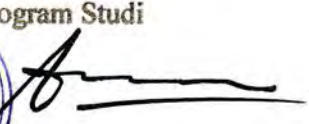
  
(Dr. Ir. Suditama, MT)

Pembimbing II

  
(Ir. H. Syafrian Lubis, MM)

Mengetahui,

  
Dekan  
(Drs. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc)

  
Ka Program Studi  
(Ir. Amru Siregar, MT)

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)27/12/23

## ABSTRAK

Bahan bakar minyak pada saat ini merupakan barang yang sangat strategis dan mempunyai nilai ekonomis yang berpotensi menjadi cukup mahal. Hal ini dikarenakan bahan bakar yang terkandung didalam perut bumi terus berkurang jumlahnya dan tidak dapat di perbaharui. Hampir semua sektor industri, transportasi dan pembangkit listrik menggunakan bahan bakar minyak (BBM) sebagai sumber energi. Negara kita saat ini berada dalam kesulitan hidup yang semakin membebani. Berbagai daya dan upaya dilakukan pemerintah guna meningkatkan kesejahteraan rakyat, terutama pada bidang energi (BBM) yang memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Dilain pihak pencemaran udara semakin membuat manusia menderita, mungkin suatu saat dapat terjadi krisis oksigen. Adapun tujuan pembahasan adalah untuk mengetahui efektifitas mobil Honda VTEC sebagai kendaraan hemat BBM dan ramah lingkungan. Sistem VTEC yang menggabungkan motor listrik dan pembakaran di mesin menghasilkan tenaga yang berasal dari dua sumber daya. Ini berarti bahwa, mesin pembakar internal membutuhkan konsumsi bahan bakar lebih sedikit untuk mencapai jarak yang sama. Berarti, kendaraan Honda memiliki efisiensi yang lebih baik jika dibandingkan dengan mobil konvensional. Karena konsumsi bahan bakar yang efisien, mobil VTEC mengeluarkan lebih sedikit emisi gas buang dibanding dengan mobil konvensional, dan ini yang membuat mobil Honda lebih ramah lingkungan. Dasar untuk metode ini adalah data yang telah dikumpulkan selama pengukuran stationary. Diperlukan data dari torsi, aliran udara, aliran bahan bakar dan emisi-emisi. Tujuan dari bagian model ini adalah untuk menghitung aliran massa dari suatu mesin. (VTEC) berusaha untuk mengkombinasi bentuk-bentuk terbaik dari banyak langkah dari termodinamika termasuk otto, diesel, rankine dan Atkinson untuk membuat efisiensi mesin yang tinggi. Pada perhitungan dibawah ini kita dapat membandingkan rumus-rumus tekanan, temperature dan volume pada tiap titik dalam suatu langkah. Pada pembahasan dapat disimpulkan bahwa mobil VTEC sangat efektif untuk hemat dalam konsumsi BBM dan ramah lingkungan dan karakteristik mobil Honda VTEC lebih baik dibandingkan dengan mobil konvensional.

## ABSTRACTION.

Fuel oil is now the stuff that is very strategic and has economic value that has potential to become quite expensive. This is because the fuel that is contained within the bowels of the earth continued to decrease in number and can't be updated. Almost all industrial sectors, transport and power generation using fuel oil as an energy source. Our country is currently living in an increasingly difficult burden. Various power and efforts are done by the government to improve the welfare of the people, especially in the field of energy or fuel oil which take an important role in human life. On the other hand, air pollution makes human more suffered, perhaps one day there will be a crisis of oxygen. The purpose on the discussion is to determine the effectiveness of Honda VTEC cars as fuel – efficient vehicles and environ mentally friendly oil. VTEC system that combines an electric motor and combustion in the engine that produces a force that comes from two resources this means that, internal combustion engines needs less fuel consumption to reach the some distance. Means, vehicle Honda has a better efficiency compared with conventional cars. Because the fuel consumption is efficient, VTEC cars produce fewer emissions compared with conventional cars, and this is what makes the car Honda more environmentally friendly. Basis for this method is the data that has been collected during stationary measurements. Required data from the torque, air flow, fuel flow and emissions from the emisi. The purpose of this model is to calculate the mass flow of an engine. VTEC tried to combine the best forms of many steps of thermodinamika including Otto, diesel, Rankine and Atkinson to create a high efficiency machines. In the calculations below, we can compare pressure formula, temperature and volume at each point in one step. In this discussion, it can be concluded that the VTEC cars in very effective for saving in fuel consumption and environmentally friendly and the characteristics VTEC Honda cars better than conventional cars.

## DAFTAR ISI

hal

<b>KATAPENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Pemakaian Motor Bakar Untuk Kendaraan Penumpang .....	4
2.1.1 Pemilihan Jenis Motor Bakar .....	4
2.1.2 Pemilihan Jenis Siklus Kerja .....	6
2.1.3 Sistem-sistem Mekanisme Katup.....	14
2.1.4 Pemilihan Sistem Mekanisme Katup.....	15
2.1.5 Pemilihan Jumlah Silinder .....	18

2.1.6 Penentuan Daya dan Putaran Motor.....	20
2.2. Keunggulan Sistem VTEC.....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1. Metode Penulisan.....	25
3.2. Pemodelan dan Kontrol Pada Mesin VVT.....	27
3.2.1. Dinamika – dinamika didalam silinder .....	28
3.2.2. Analisa Termodinamika.....	29
<b>BAB IV PEMBAHASAN dan PERHITUNGAN .....</b>	<b>35</b>
4.1. Kepala Silinder dengart Narrow Angel VTEC Valve Train.....	35
4.2. Blok Silinder dan Komponen - Komponen Internal .....	36
4.3. Piston .....	37
4.4. Connecting Rod.....	38
4.5. Crankshaft .....	38
4.6. Camshaft .....	39
4.7. Katup (Valve).....	39
4.8. Lightweight Plastic Resin Intake Monifold Chamber .....	41
4.9. Ruang Bakar (The Combustion Chamber).....	41
4.10. i-DSI dengan Twin Plug Sequential Ignition Control.....	41
4.11. Konstruksi Dan Karakteristik VTEC .....	42
4.12. Konstruksi VTEC.....	42
4.13. VTEC Controlled Cylinder Idling System.....	43
4.14. Exhaust dan System dengan Nytrogen Oxide Absorptive Catalytic Converter .....	44

4.15. Bahan Bakar .....	45
4.16. Perbandingan Bahan Bakar dengan Udara .....	46
4.17. Perhitungan Daya Motor Penggerak .....	48
4.18. Putaran Motor.....	54
4.19. Pemilihan Siklus Motor Penggerak.....	60
4.20. Mengurangi Konsumsi Bahan Bakar .....	61
4.21. Mereduksi Emisi Gas Buang.....	61
4.21.1. Carbon Dioxide .....	62
4.22. Kadar Kebersihan Gas Buang .....	63
4.22.1. Honda Improvemen of Economy .....	65
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>67</b>
5.1. Kesimpulan .....	67
6.2. Saran.....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>69</b>
<b>LAMPIRAN – LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada era moderen saat ini, perkembangan teknologi motor bakar mengalami kemajuan yang sangat pesat. Riset-riset terus dilakukan untuk mencapai kegemilangan penguasaan teknologi tersebut. Perkembangan teknologi motor bakar yang terutama adalah terkonsentrasi pada sistem bahan bakar, sistem pengapian dan sistem mekanisme katup. Perkembangan teknologi tersebut tentu bermuara pada tingkat efisiensi dan efektifitas kerja yang tinggi pada motor bakar termasuk juga hemat pemakaian bahan bakar dan dapat memperbaiki emisi gas buang. Untuk mencapai tujuan tersebut tentu perlu penyempurnaan teknologi pada sistem bahan bakar dan mekanisme katupnya. Ada beberapa sistim bahan bakar dan mekanisme katup yang tersedia dan telah dikembangkan oleh masing-masing pemegang merk dagang kendaraan roda empat, seperti Toyota, Honda, Nissan, Mitsubishi, Chevrolet, Mercedes Benz, BMW dan lain-lain. Sistim bahan bakar dan mekanisme katup yang telah dikembangkan tentunya memiliki karakteristik masing-masing. Karakteristik setiap sistim bahan bakar dan mekanisme katup tentunya perlu dianalisa terlebih dahulu untuk mengetahui sistim yang lebih unggul pada bidang dan kondisi tertentu. Salah satu mekanisme katup yang menjanjikan perbaikan daya efektif, efisiensi bahan bakar juga perbaikan emisi gas buang adalah mekanisme katup Variable Valve Timing and Lift Electronic Control (VT EC). Mekanisme katup tersebut telah dikembangkan oleh Honda Japan, dan telah diadopsi pada beberapa jenis kendaraan roda empat produksi pabrik tersebut. Beberapa jenis kendaraan produksi Honda yang mengadopsi



sistim mekanisme katup VTEC dan i-VTEC adalah : Honda Jazz, Honda City, Honda CR-V, Honda Odyssey, Honda Civic Hybrid dan lain-lain.

### 1.2 Perumusan Masalah

- Cara kerja mekanisme katup
- Efektif kerja mekanisme katup
- Cara kerja kontrol VTEC
- Efektivitas dan emisi gas buang
- Cara kerja bahan bakar terhadap mekanisme katup VTEC
- Berapa campuran bahan bakar dan udaranya

### 1.3 Batas Masalah

- Efektif kerja mekanisme katup
- Efisiensi emisi gas buang
- Cara kerja bahan bakar

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian pada skripsi Unjuk Kerja Mekanisme Katup adalah:

- Mengetahui tentang mekanisme katup VTEC (Bagian-bagian utama konstruksi dan unjuk kerja)
- Dapat mengetahui karakteristik mekanisme katup VTEC pada kendaraan honda jazz
- Dapat mengetahui campuran bahan bakar dan udara secara efektif dan efisien

- Efektifitas mekanisme katup VTEC terhadap daya mesin, torsi efisiensi bahan bakar dan emisi gas buang.
- Untuk menambah wawasan dibidang otomotif khususnya tentang mekanisme kerja katup sistem VTEC.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada perencanaan ini menguraikan tentang isi dari setiap Bab, sub bab serta hal-hal yang berkaitan dengan penelitian ini.

1. Berisikan pendahuluan yang meliputi latar belakang, tujuan perencanaan, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan, (BAB I)
2. Tinjauan pustaka yang berisikan tentang jenis motor bakar, siklus kerja motor bakar pemilihan jumlah silinder, mekanisme katup, pemilihan jenis mekanisme katup dan sistem VTLC (BAB II)
3. Membahas tentang pemodelan dan kontrol (persamaan-persamaan) pada mesin berteknologi Variable Valve Timing, (BAB III)
4. Membahas tentang bagian-bagian utama motor bakar, (BAB IV)
5. Membahas tentang konstruksi utama dan karakteristik mekanisme katup VTEC, (BAB V)
6. Membahas tentang kesimpulan hasil pembahasan, (BAB VI)

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada Bab II dibahas tentang jenis serta spesifikasi motor bakar dan mekanisme katup yang akan digunakan untuk mesin penggerak kendaraan roda empat. Dari dua jenis motor bakar yaitu: Motor Bakar Otto dan Motor Bakar Diesel, maka pada perencanaan ini direncanakan Motor Bakar bensin (Otto) dan pembahasan utama adalah tentang karakteristik sistem mekanisme katup yang digunakan.

#### **2.1 Pemakaian Motor Bakar Untuk Kendaraan Penumpang**

Pemakaian motor bakar untuk kendaraan penumpang adalah motor bakar yang mempunyai konstruksi mesin sederhana karena akan dipakai lebih cenderung di daerah kota yang cukup padat arus lalu lintas, karena konstruksi mesin yang sederhana akan mempunyai efek terhadap konstruksi (dimensi) keseluruhan kendaraan. Motor bakar yang dipakai juga harus dengan daya efektif yang baik, hemat bahan bakar juga emisi gas buang yang ramah lingkungan.

##### **2.1.1 Pemilihan Jenis Motor Bakar**

Dari Spesifikasi tugas yang diberikan yaitu : Unjuk Kerja Mekanisme Katup Single Over Head Camshaft Variable Valve Timing and Lift Electronic Control (SOHC VTEC). Pada Honda jazz perencanaan jenis motor bakar yang digunakan adalah motor bakar Otto (Gambar 2.1).

Mobil Honda Jazz seperti gambar 2-2, dengan mesin type 1.4 IDSI SE adalah mengadopsi sistem mekanisme katup SOHC VTEC sebagai variabel sistemnya.



Gambar 2.1 Motor Bakar Otto

Motor bakar Otto banyak disukai orang disebabkan beberapa hal antara lain :

- Harga motor bakar relatif murah
- Mesin relatif ringan persatuan daya
- Kompresi rasio (Cr) motor Otto lebih rendah dari motor Diesel
- Getaran mesin terhadap bodi relatif tidak terlalu keras
- Sisa gas pembakaran tidak terlalu membahayakan lingkungan karena pada kendaraan ini sudah tersedia sistem pembuangan emisi dari mesin yang relatif terkontrol.

### 2.1.2 Pemilihan Jenis Siklus Kerja

Setiap motor bakar penggerak dalam operasinya dalam menghasilkan tenaga senantiasa bekerja dalam satu siklus tertentu. Demikian juga halnya dengan motor bakar otto/bensin. Ada dua sistem siklus kerja pada motor bakar yaitu :

1. Siklus motor 4 langkah langkah
2. Siklus motor 2 langkah langkah

#### 1. Siklus motor 4 (empat) langkah

- Untuk tiap proses dibutuhkan 4 kali langkah torak turun naik didalam blok silinder dengan dua kali putaran poros engkol (Crank Shaft).
- Tersedianya satu langkah penuh untuk pemasukan dan pengeluaran.
- Pembakaran yang terjadi lebih sempurna dan motor bekerjanya lebih hemat dalam pemakaian bahan bakar.

#### 2. Siklus motor 2 (dua) langkah

- Pada setiap proses kerja dibutuhkan dua kali langkah torak turun naik di dalam blok silinder dengan satu kali putaran proses engkol.
- Pembakaran yang terjadi kurang sempurna karena tidak tersedianya langkah khusus untuk proses pembakaran, dalam sisa pembakaran masih belum terbuang habis saat pembakaran berikutnya.
- Untuk putaran dan ukuran yang sama motor dua langkah melakukan pembakaran lebih cepat. Oleh karena itu suhu motor dan dinding silinder menjadi lebih tinggi pada motor empat langkah.
- Pemakaian bahan bakar, lebih boros dari pada motor empat langkah karena dalam pembakaran selalu ada bahan bakar yang terbawa bersama gas

pembuangan. Dalam hal ini cara proses pemasukan dan pembilasan berlangsung hampir bersamaan waktunya.

Perbedaan umum dari kedua siklus ini terletak pada cara pengisian udara ataupun campuran udara dengan bahan bakar ke dalam silinder serta cara pembuangan gas-gas hasil pembuangan. Pada motor empat langkah, hal ini di kerjakan oleh torak masing-masing pada langkah isap dan langkah buang. Pada motor dua langkah hal ini di kerjakan oleh pompa udara atau penghembusan sendiri / tersendiri atau sebagai kesimpulan dari kedua siklusnya dengan satu kali pembakaran selama dua kali putaran selama dua kali putaran poros engkol. Untuk motor bakar 2 langkah yaitu, motor bakar torak yang melengkapi siklusnya dengan satu kali pembakaran selama satu kali putaran poros engkol.

Adapun kerugian / keuntungan pada motor 4 langkah dan 2 langkah adalah.

Pada motor 4 langkah :

Keuntungan :

- Pembuangan gas hasil pembakaran dari pengertian udara sangat baik, karena masing-masing trjadi pada langkah tersendiri.
- Putaran-putaran relatif besar/tinggi.
- Panas yang di hasilkan relatif lebih kecil sehingga lebih tahan lama di jalankan.

Kerugiannya :

- Kontruksinya yang rumit dan sukar karena adanya mekanisme katup-katup serta memerlukan perawatan yang besar.

- Kurang efisiensi untuk daya yang besar
- Getaran yang lebih besar

Motor 2 langkah:

Keuntungan :

- Kontruksi lebih sederhana
- Tenaga yang dihasilkan pada setiap putaran poros engkol
- Getaran lebih kecil
- Lebih efisien untuk daya yang besar pada putaran yang rendah / kecil

Kerugiannya:

- Pergantian gas-gas hasil pembakaran kurang sempurna karena tidak mempunyai langkah tersendiri



Gambar 2.2. proses Kerja Motor Bensin 4 Tak

Keterangan Langkah – langkah :

### 1. Langkah hisap (*Intake Stroke*)

Pada langkah hisap katub terbuka dan katup buang dalam keadaan tertutup melalui katub hisap udara murni di hisap kedalam silinder, pada langkah ini torak (piston) bergerak pada titik mati atas (TMA) ketitik mati bawah (TMB).

## 2. Langkah Kompresi (*Compressin Stroke*)

Pada langkah ini katup isap dan katup buang dalam keadaan sama-sama tertutup, torak (piston) bergerak dari titik mati bawah ke titik mati atas. Udara murni yang dihisap kedalam silinder dimanfaatkan dengan tekanan 10 – 20 kg/cm<sup>2</sup>.

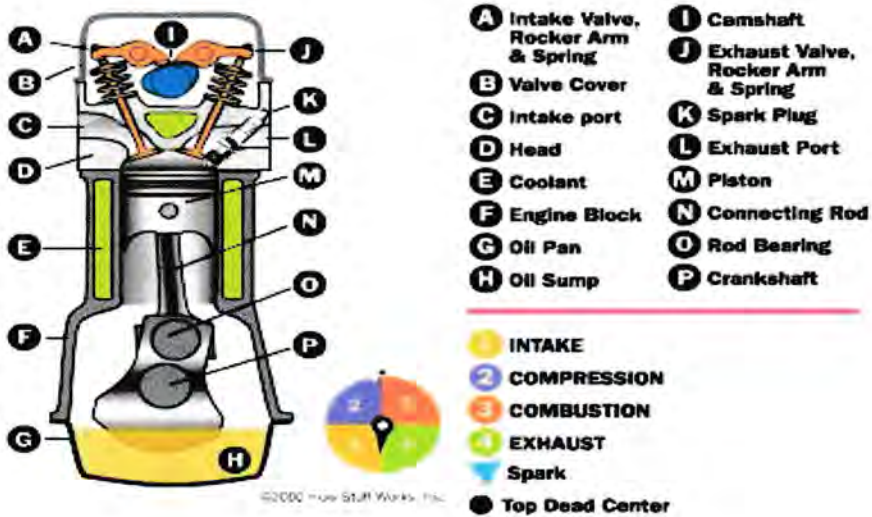
## 3. Proses pembakaran usaha (*Combustion Stroke*)

Langkah ini terjadi pada saat torak hampir mencapai titik mati atas, dalam hal ini katup buang dan katup hisap sama-sama menutup sehingga campuran bahan bakar dan udara yang sudah dimanfaatkan dibakar dengan loncatan bunga api dari busi, akibat dari pembakaran bahan bakar tersebut tekanan akan naik sementara torak menuju titik mati atas (TMA) sehingga volume ruang bakar semakin kecil dengan sendirinya tekanan akan naik dan lebih tinggi akhirnya sampai di TMA didorong kembali ke TMB oleh gas hasil pembakaran tersebut, inilah yang disebut dengan langkah kerja.

## 4. Langkah buang (*Exhaust Stroke*)

Apabila torak akan mencapai TMB maka katub buang akan terbuka, sedangkan katub isap akan tertutup dan pada saat torak mencapai akhir TMA torak akan menekan sisa gas pembakaran keluar melalui katup buang pada saat langkah buang ini akan terjadi overlapping dimana katub masuk dan katub buang sama-sama terbuka hal ini terjadi sampai awal langkah isap dengan tujuan supaya gas bekas sisa pembakaran dapat keluar seluruhnya, kemudian pada langkah siklus berikutnya udara bahan bakar berada dalam silinder.





Gambar 2.3. Bagian-bagian / Konstruksi Motor Bensin 4 Tak

Keterangan Gambar :

**A. Intake Valve Rocker Arm & Spring**

Yaitu tempat komponen bagian kepala silinder (silinder head)

**B. Valve Cover**

Untuk mengatur pemasukan bensin dan udara kedalam silinder yang digerakkan oleh poros engkol

**C. Intake Port**

Yaitu saluran untuk menyalurkan bahan bakar dan udara keruang pembakaran.

**D. Head**

Yaitu tempat berlangsungnya proses atau siklus pembakaran motor bensin 4 langkah.

**E. Coolant**

Yaitu untuk tempat kedudukan valve lifter / tempat dudukan botol katup pusrod

#### F. Engine Block

Yaitu tempat kedudukan kepala silinder dan mekanisme kerja katup, juga tempat pembakaran.

#### G. Oil Pan

Yaitu sebagai pendingin suhu atau panas dari pada mesin / melumasi bagian – bagian mesin.

#### H. Oil Sump

Yaitu tempat tampungan oli sekaligus tempat penampung kotoran dari oli yang telah bekerja dengan cara bersiklus kerja mesin.

#### I. Camshaft.

Yaitu untuk membuka katup – katup masuk dan katup keluar (buang) yang digerakkan oleh timing gear melalui sabuk gilir/rantai timing.

#### J. Exhaust Valve, Rocker Arm & Spring

Yaitu saluran untuk mengeluarkan sisa – sisa gas buang yang disambung dengan knalpot.

#### K. Spark Plug

Yaitu untuk memulai pembakaran bahan bakar didalam silinder dengan bunga api listrik yang meloncat dari elektroda tengah / elektroda listrik.

#### L. Exhaust Port

Yaitu sebagai saluran pembuangan / Pengeluaran gas sisa pembakaran yang dikeluarkan dari knalpot.

### M. Piston

Merubah gerakan bolak-balik menjadi gerak putar, isap, kompres/tekan dan buang, juga sebaliknya untuk mengubah tekanan pembakaran menjadi tenaga mekanik.

### N. Connecting Rod

Untuk meneruskan daya dari torak ke poros engkol.

### O. Rod Bearing

Untuk menghubungkan poros engkol dan batang torak.

### P. Crankshaft

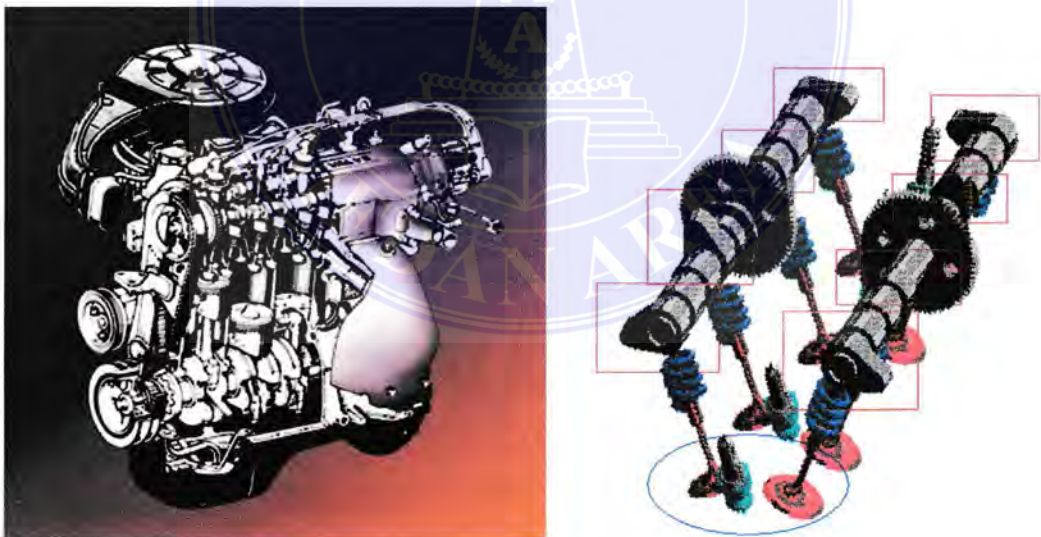
Untuk merubah energi kinetik menjadi energi mekanik.



Gambar 2.4. Bagian Utama Mekanisme kerja katup VTEC

Honda VTEC sistem sudah lebih canggih dari awal sistem variable-valve-timing yang telah dikembangkan oleh pabrikan-pabrikan lain, yang akan hanya merubah waktu kedua - dua valve intake/exhaust selama terbuka pada periode tumpang tindih pada saat transisi antara exhaust dan langkah induksi. VTEC membuktikan kesuksesan dalam meningkatkan karakteristik mesin, mesin ini menemukan solusi yang cepat dalam meningkatkan karakter nya, dalam satu

bentuk atau lainnya, pada tiap-tiap Honda model, gas/electric adalah sebagai sarana Civic hybrid. Sistem VTEC telah dipakai pada mesin-mesin SOHC (single-overhead cam) standar ini adalah lebih sederhana - tiga tekuk cam /dua - valve sistem adalah hanya untuk intake valve ; pada exhaust valve beroperasi seperti pada mesin non-VTEC. Mesin VTEC-E telah dikembangkan untuk bahan bakar jarak mil tinggi seperti pada Honda Civic VX dan HX. Seperti SOHC VTEC, mesin ini menggunakan dua profil berlekuk untuk menggerakkan katup intake, tetapi untuk memaksimalkan efisiensi dan mencapai suatu pembakaran yang sangat baik ; kedua-dua lekuk adalah sangat lembut dan secara mendasar akan mempengaruhi campuran teraduk. Motor VTEC seri D juga telah dipakai pada beberapa Mobil Civic dan itu meluaskan the powerband dengan sederhana mempercepat atau memperlambat cam dibawah kondisi-kondisi yang berbeda.



Gambar 2.5. Mekanisme kerja katup motor bakar Otto (SOHC)

Mekanisme katup adalah suatu mekanisme yang mengatur kerja sistem katup atau waktu terbuka dan tertutup katup masuk dan katup keluar pada suatu mesin. Ada beberapa jenis valve train yang ada antara lain :

1. Over Head Valve (OHV)
2. Over Head Camshaft (OHC)
3. Single Over Head Camshaft (SOHC)
4. Double Over Head Camshaft (DOHC)

Tiap-tiap valve train mengatur waktu buka dan tutup katup masuk dan buang dengan konstruksi yang berbeda dan jumlah katup yang berbeda pula. Pada valve train sistem OHV dan SOHC tiap piston terdiri dari masing-masing satu katup masuk dan katup buang. Pada valve train sistem DOHC: tiap piston terdiri dari masing-masing dua katup masuk dan 2 katup buang. Jumlah katup masuk dan katup buang tergantung dari berapa banyak jumlah piston yang ada pada mesin.

### **2.1.3 Sistem-Sistem Mekanisme Katup**

Ada beberapa sistem mekanisme katup yang ada dan telah dikembangkan dan diadopsi oleh beberapa jenis merk dagan kendaraan roda empat. Sistem mekanisme katup tersebut antara lain :

1. Double Over Head Camshaft (DOHC) Variable Valve Timing-intelligent (VVT-i) yang dikembangkan dan dipakai oleh kendaraan roda empat merk Toyota.
2. SOHC dan DOHC Variable Valve Timing and Lift Electronic Control (VTLC) dan i-VTEC yang dikembangkan dan dipakai oleh kendaraan roda empat merk Honda.
3. MTEC dipakai oleh kendaraan roda empat merk Chevrolet

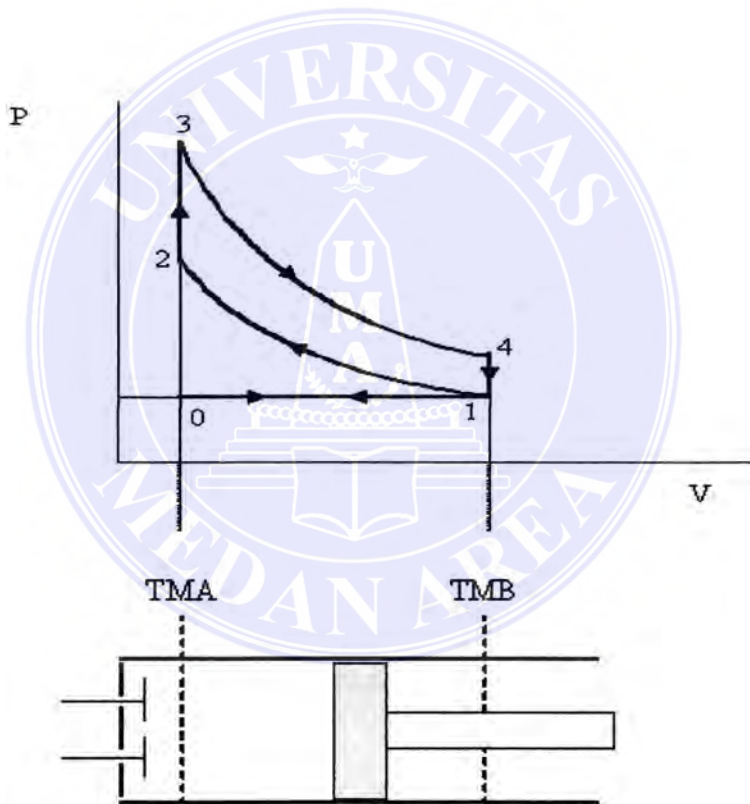
4. Nissan Valve Timing Control System (NVTCS) dipakai oleh kendaraan roda empat merk Nissan
5. Mitsubishi Innovative Valve Timing and Lift Electronic Control (MIVEC) dipakai oleh kendaraan roda empat merk Mitsubishi.

Jenis-jenis mekanisme katup tersebut memiliki karakteristik masing-masing pada kondisi kerja dan spesifikasi tertentu.

#### **2.1.4 Pemilihan Sistem Mekanisme Katup**

Faktor pemilihan jenis mekanisme katup adalah berdasarkan kemampuan teknologinya dalam mengefektikan tenaga (daya) mesin, meningkatkan efisiensi, mengurangi emisi gas buang, keefektifan dan efisiensinya dalam mereduksi konsumsi bahan bakar. Pemfokusan dalam hal mereduksi konsumsi bahan bakar, yang terpenting adalah bagaimana tersedianya sistem yang baik pada kontrol mesin, pada mesin itu sendiri, alat-alat yang membantu dan keseluruhan sistem transmisi yang baik (Masami et al. 2004). Pada pengoptimuman waktu untuk memperbaiki (mereduksi) konsumsi bahan bakar, dimana, perbedaan konsumsi bahan bakar tergantung pada kondisi pengoperasian (kerja). Bisa juga disebut, pada suatu kasus saat tidak terbebani (bekerja), sisa gas pembakaran berkurang, dan untuk memperbaiki pada saat pembakaran, katup masuk terbuka secara perlahan dan katup buang tertutup secara cepat. Maksudnya, pada saat operasi (kerja) tidak penuh (beban sebagian), untuk mengurangi kerugian pemompaan, pada katup masuk terbuka secara cepat, pada katup buang tertutup secara perlahan.

Karena dalam perencanaan ini kendaraan penumpang roda empat yang memakai **motor bensin (gasoline engine)**, maka siklus yang digunakan adalah siklus **volume konstan (Otto)**, dengan diagram P-V dan urutan dari siklus ini adalah seperti pada gambar 2.6:



Gambar 2.6. Diagram P – V Siklus Volume Konstan

Arends dan Berenschot (1992) menyimpulkan motor otto empat-langkah juga disebut motor campur mengisap campuran yang mudah terbakar biasanya terdiri atas bensin dan udara pada saat terjadi langkah hisap moto ini. Berlawanan

dengan motor diesel (pencampuran bahan bakar dengan udara terjadi dalam silinder pada akhir langkah pemampatan). Perubahan tekanan selama proses kerja terjadi dalam ruang di atas piston. Bila piston berada di TMB, volume ruang ini adalah yang terbesar, yakni  $V_s + V_c$ .

Dimana :

$V_s$  = Volume langkah

$V_c$  = Volume ruang sisa

Proses Kerja pada seperti gambar 2.4 menurut urutan langkah :

0-1 : Langkah Isap

Bahan bakar dan udara masuk kedalam silinder (Proses tekanan konstan)

1 - 2 : Langkah kompresi

Campuran bahan bakar dan udara dikompresikan didalam silinder (Proses Adiabatis)

2-3 : Proses pembakaran

Campuran bahan bakar dan udara terbakar didalam ruang bakar (dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan)

3 - 4 : Langkah kerja (Ekspansi)

Berlangsung dalam proses adiabatik

4 - 1 : Proses pembuangan

Proses pembuangan kalori pada volume konstan

1 - 0 : Langkah buang

Pembuangan gas sisa pembakaran pada tekanan konstan



### 2.1.5 Pemilihan Jumlah Silinder

Pemilihan jumlah silinder berkaitan dengan jenis kendaraan dan ukuran bodi, posisi mesin, serta susunan silinder. Dalam hal ini jelas kendaraan yang dirancang jenis mobil Sedan, maka faktor kenyamanan dan faktor lebih tahan merupakan hal terpenting dari jenis kendaraan.

Bila motor bakar direncanakan 5 silinder maka hal ini tidaklah sesuai sebab volume silinder akan lebih besar, sehingga memerlukan ruang mesin yang besar pula dan hal ini akan menimbulkan momen torsi yang tidak merata sehingga akan menimbulkan getaran.

Pada umumnya kendaraan yang memiliki volume (1500 = 2000) cc menggunakan 4 dan 6 silinder. Pada perencanaan ini dipilih 4 silinder karena :

- Apabila digunakan 6 silinder maka akan mengakibatkan ruang penumpang yang sempit, kedua ruang yang terpasang untuk mesin lebih panjang dibanding 4 silinder.
- Dengan demikian banyaknya jumlah silinder maka memerlukan perawatan lebih teliti, sehingga memperbesar biaya perawatan.
- Walaupun pada mesin 4 silinder mempunyai getaran lebih besar dibanding dengan 6 silinder tetapi hal ini dapat diatasi dengan membuat sistem balancing yang baik, dan pada mesin 4 silinder ini juga memiliki suara yang bising dibanding 6 silinder. Adapun cara untuk mengatasi ini adalah dengan membuat dinding ruang mesin dari plat yang sedikit lebih tebal dari yang 6 silinder dan memasang peredam sehingga penumpang tidak merasakan atau mendengar suara bising yang dapat mengganggu ketenangan dan kenyamanan berkendara.

### Alasan :

- Konstruksi lebih sederhana
- Pelumasan lebih mudah sehingga keausan yang terjadi dapat diperkecil
- Pendinginannya juga mudah dan lebih baik

Untuk pemilihan jumlah silinder dapat didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan berikut ini :

- Dengan bertambah banyaknya silinder, maka poros engkol akan menerima beban lebih sempurna dari konstruksi motor, serta getaran-getaran berkurang.
- Fly wheel yang dipergunakan akan lebih kecil untuk jumlah silinder yang lebih banyak.

Selain dari pada itu pemilihan jumlah silinder berdasarkan kepada data-data praktis yang dipergunakan. Jumlah silinder yang banyak dapat memperkecil ukuran-ukuran utama motor sampai batas tertentu, dan dapat pula memberikan putaran yang lebih halus pada motor tersebut, namun sebaliknya untuk jumlah silinder yang banyak akan memerlukan pembiayaan dan pemeliharaan yang lebih besar. Dengan kata lain, untuk jumlah silinder yang banyak dengan diameter silinder yang lebih kecil jauh lebih baik digunakan dari motor yang jumlah silindernya lebih sedikit dengan diameter piston yang lebih besar. Karena semakin banyak selinder motor bakar maka akan menghasilkan impuls yang lebih besar dari putaran. Berdasarkan dari pertimbangan-pertimbangan diatas sesuai dengan data-data pembanding maka dalam perencanaan ini dipilih dan ditetapkan **jumlah silinder 4 buah**, data spesifikasi mesin dapat dilihat pada Table 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi mesin Honda Jazz 1.4 i-DSI SE

<b>Engine</b>	
Model	1.4 i-DSI SE
Engine Valve Type	IL, 4, SOHC i-DSI
Displacement (cc)	1339
Maximum Power (PS@ rpm)	83 @ 5700
Maximum Torque-(Nm @ rpm)	119 @ 2800
Maximum Torqe (lb/ft @rpm)	88 @ 2800
Fuel Type	Petrol
Fuel System	Programmed Fuel Injection (PGM-FI)
Recommended fuel rating (Resea Octane Number - RON)	95 RON
Ignition System	Intelligent-Dual and Sequential Ignition (i-DSI)
<b>Fuel Economy (manual / CVT -7)</b>	
Urban (1/100 km)	7.3/7.2
Urban (mpg)	38,7/39.2
Extra Urban (1/100 km)	5,1/5.1
Extra urban (mpg)	55.4/55.4
Combined (1/100 km)	5.8/5.9
Combined (mpg)	48.7/47.9
CO <sub>2</sub> (g/km)	137/139
Potential range per tank (miles)	450/442

### 2.1.6 Penentuan Daya Dan Pataran Motor

Daya motor bakar diperhitungkan atas daya yang dibutuhkan oleh kendaraan, muatan serta perlengkapan. Didalam pengoperasiannya faktor-faktor hambatan dan tahanan perlawanan yang dialami kendaraan tersebut antara lain:

- a. Pemilihan berat kendaraan
- b. Berat total kendaran
- c. Tahanan gelinding (rolling resistance)
- d. Tahanan angin (air resistance )
- e. Tahanan akibat transmisi (transmission resistance)

Pemilihan putaran mesin harus disesuaikan menurut kebutuhan dengan tidak mengabaikan faktor-faktor yang ditimbulkan. Seperti telah diketahui bahwa

bila putaran naik maka daya akan semakin besar, tapi putaran ini ada batasnya karena jika putaran naik maka efisiensi mekanis akan turun sehingga walaupun daya besar tetapi sebanding pula dengan kenaikan daya gesek yang merupakan kerugian serta mengakibatkan efisiensi mekanis menjadi turun.

## 2.2. Keunggulan Sistem VTEC

Pada prinsipnya, cara kerja VTEC ini adalah meningkatkan efisiensi mesin dengan cara mengatur kerja sistem katup (Gambar 2.6) sesuai dengan beban kerja yang sedang berlangsung. Hasilnya, ia dapat menekan konsumsi bahan bakar sesuai dengan kekuatan kerja mesin. Bila bahan ringan maka pasokan bahan bakarnya akan menjadi proporsional, dan ketika beban mulai meningkat pasokannya juga ikut menyetarakan, tidak seperti sebelumnya dimana bahan bakar ini akan menyuplai jumlah yang sama di tiap putaran mesin. Gambaran kerja seperti ini akan menjadikan mesin lebih efisien dan dapat meminimalisasi pembuangan emisi.

Pasokan bensin ke ruang bakar dilakukan lewat katup masuk yang dikontrol oleh camshaft. Camshaft itu sendiri merupakan sebuah batang yang melintang diatas silinder dan memiliki beberapa tonjolan. Ketika camshaft berputar pada porosnya, tonjolan ini ikut berputar dan memukul rocker arm yang mendorong batang katup sehingga katup terbuka. Ketika tonjolan sudah lewat katup tertutup kembali. Honda membuat dua tonjolan cam pada setiap silinder. Tonjolan pertama disebut cam primer dan yang lebih kecil disebut cam sekunder. Pada putaran rendah atau idle, kedua katup bergerak sendiri-sendiri. Karena cam sekunder lebih kecil maka bukaan katupnya juga kecil sehingga pasokan bahan bakarnya menjadi sedikit sesuai kebutuhan saat itu.

Ketika mesin berputar dengan kekuatan 2200 - 2500 rpm, piston yang terdapat pada rocker arm primer mendapat tekanan dari oil untuk mengunci rocker arm sekunder. Hasilnya, kedua katup bergerak bersama dengan dikontrol oleh cam primer. Maka, bukaan kedua katup menjadi sama besar dan bensin yang masukpun menjadi lebih banyak sehingga power bisa menjadi lebih besar.

Setelah sistim pengaturan katup VTEC ini mendapat sambutan yang cukup hangat dari masyarakat, Honda terus melakukan inovasinya dengan menggabungkannya dengan sistim lain bernama VTC (Variable Timing Control). Jika VTEC mengatur ketinggian bukaan klep, maka VTC ini yang mengatur waktu pembukaan klep. Teknologi ini bisa memajukan saat noken as menekan pelatuk serta memundurkannya sesuai dengan kinerja mesin.

Jika bukaan katup dimajukan atau dipercepat maka volume bahan bakar akan meningkat. Namun ketika waktu bukaan katup diperlambat, volume bahan bakar menjadi berkurang. Dengan demikian, VTC bisa mengubah-ubah sudut camshaft / noken as hingga  $50^\circ$  antara bukaan dimajukan hingga bukaan saat dimundurkan.

Besaran dan kapan bukaan katup terjadi akan terus berubah. Ketika mesin berputar dengan rendah, maka bukaan tak terlalu besar, kemudian akan terus membesar dan cepat seiring peningkatan putaran mesin. Efek yang ditimbulkan oleh sistim VTC membuat sisa pembakaran masuk kembali kedalam katup. Kondisi ini terjadi karena pada saat langkah buang, beberapa saat sebelum piston mencapai TMA (Titik Mati Atas)-nya katup masuk sudah membuka kembali dan di saat ini gas sisa pembakaran terdorong masuk kembali kedalam salurannya. Sisa gas pembakaran yang masuk kedalam intake manifold maka akan dibakar

kembali. Kondisi inilah yang menyebabkan Honda dikenal sebagai salah satu produsen mobil penghemat BBM.

Komponen utama dalam sistim VTC ini adalah aktuator yang digerakkan oleh aliran oli, yang dikontrol oleh sebuah katup OCV (Oil Control Valve) yang membuat pergeseran sudut camshaft. Begitu mesin menyala, maka tekanan oli yang dipompa akan meningkat hingga mencapai level tertentu dan dapat membuka atau menutup katupnya. Aliran oli pada VTC OCV menyebabkan VTC aktuator melakukan gerakan advance (maju) ataupun retard (mundur), dan disinilah sudut camshaft berubah menyesuaikan kondisi kerja yang sedang berlangsung.

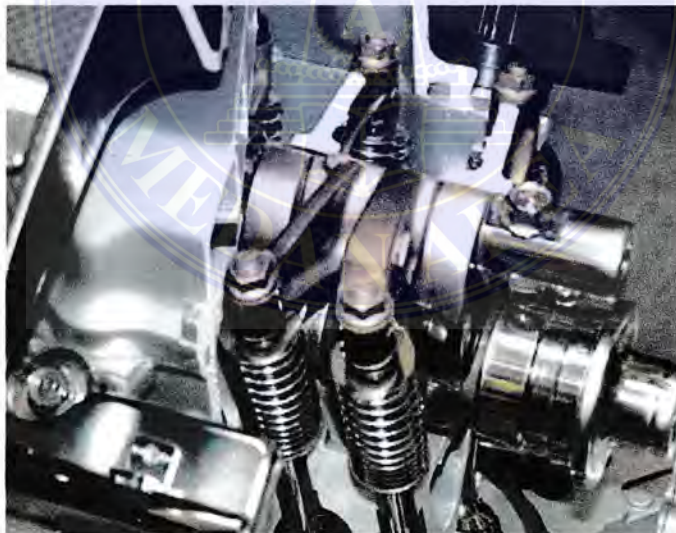
Penggabungan antara VTEC dan VTC inilah yang lalu menjadi i-VTEC. i merupakan kepanjangan dari intelligent, yang berarti bahwa keduanya menghasilkan suatu kontrol terhadap bukaan katup primer dan sekunder sekaligus waktu untuk membuka dan menutupnya, sehingga menghasilkan pembakaran yang optimum pada setiap putaran mesin baik rendah, menengah maupun putaran tinggi.

Ketika sudut cam membuka lebih awal maka akan terjadi overlap antara klep hisap dan klep buang. Overlap kecil akan memberikan kondisi langsam atau putaran rendah yang halus serta torsi pada kecepatan rendah, namun ketika overlap diperbesar, mesin bisa bernafas lega walau rpm-nya tinggi. Pengaturan sudut overlap ini akan memberikan efek yang baik pada rpm rendah maupun tinggi.

Kerja dari VTC ini akan terus dipantau oleh sistim manajemen mesin, yang dibantu oleh beberapa sensor pemberi data ke komputer untuk diolah.

Beberapa sensor untuk posisi camshaft actual, tekanan oli, putaran mesin, suhu udara ke ruang bakar dan sebagainya, akan memberikan sinyal ke solenoid untuk memajukan atau memundurkan sudut noken as dan saat untuk mengunci pelatuk pendorong klep.

Jadi, kalau saja semua mobil menggunakan teknologi yang menyerupai i-VTEC ini, maka bisa dibayangkan persediaan BBM di negara kita akan lebih irit untuk dikonsumsi dan bisa bertahan lebih lama. Dan sekarangpun kita bisa bersyukur karena banyak pabrik-pabrik otomotif di dunia yang sudah menyadari pentingnya penghematan bahan bakar, walau dengan konsekwensi mobil-mobil rakitan mereka harus dijual lebih mahal oleh karena teknologi yang berorientasi pada penghematan ini lebih canggih dari produk sebelumnya.





Gambar 2.7 Sistem Kerja Katup





## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Dalam perancangan ini penulis memakai 2 metode antara lain :

##### A. Metode observasi

Observasi atau paninjauan dilakukan untuk mengenal atau melihat keadaan, situasi dan untuk kerja sistem mekanisme katup pada motor bakar dan kemudian mengambil data tersebut sebagai bahan perbandingan dalam perancangan ini. Hal ini dilakukan pada perusahaan penyalur (perwakilan) mobil bermerk Honda.

##### B. Metode Studi Literatur

Pada metode studi literatur ini penulis memperoleh materi-materi yang berkaitan dengan masing-masing topik yang akan dibahas sebagai acuan dari sebuah rumus dan persamaan-persamaan serta mendapat data yang terperinci secara luas dan sebagai landasan dari teori penulisan ini.

C. Buku-buku panduan tentang motor bakar bensin 4 tak (langkah) dan mekanisme katupnya, juga dari data hasil browsing di Internet. Beberapa data yang berhubungan dan relevan dengan sistim VTEC yang tidak didapat dari data survey (buku dari Permasalahan Mobil Honda) dapat dicari dengan cara membrowsingnya di Internet. Browsing di Internet dengan mesin pencari menggunakan kata kunci (password) yang berhubungan dengan data yang akan diperoleh. Ada beberapa mesin pencari yang biasa digunakan untuk mencari data di Internet antara lain :

- [www.google.com](http://www.google.com)
- [www.iycos.com](http://www.iycos.com)

- [www.search.com](http://www.search.com)

Data-data yang dicari adalah berupa : paper, journal, technical report, technical review, thesis, promosi product dan lain-lain.

### 3.2. Pemodelan Dan Kontrol Pada Mesin Variable Valve Timing (VVT)

Hingga saat ini, mesin variabel valve timing telah menarik banyak perhatian oleh karena kemampuannya kepada kontrol katup yang tidak terikat pada perputaran poros mesin, mempertimbangkan pengurangan kerugian pemompaan (pekerjaan memerlukan untuk menarik udara ke dalam silinder di bawah part-load operasi), dan tingkat capaian tenaga putaran (torsi) di atas suatu cakupan lebih luas dibanding mesin spark-ignition konvensional. Variabel valve timing juga mengikuti kendali dari internal gas buang (dengan kendali klep tumpang-tindih), mempertimbangkan kontrol produksi emisi NOx selama pembakaran.

Beberapa studi terperinci telah dilakukan untuk menggambarkan keuntungan-keuntungan pada mesin variable valve timing. Uraian suatu sistem pemilihan waktu klep variabel mekanik, dan menunjuk kepada kemungkinan mengendalikan aliran udara masuk ke dalam mesin melalui klep yang membuka, dengan begitu menghapuskan throttle dan mengurangi kerugian pemompaan. Berbagai macam pemilihan waktu klep masuk telah ditunjukkan untuk mengurangi pemompaan, tekanan efektif rata-rata sedang memperbaiki ekonomisasi bahan bakar dan emisi NOx. Penguraian suatu elektro hidrolis kontrol klep berdasarkan mesin dan menyediakan suatu ringkasan yang baik dari keuntungan-keuntungan pengurangan cam mesin. Optimisasi kondisi klep pada part-load, efisiensi volumetric, ekonomis bahan bakar, dan emisi NOx bisa

ditingkatkan. Telah ditunjukkan bahwa menggunakan fleksibilitas dari suatu electromechanical klep bekerja pada 2, 3, dan 4 gaya klep, seperti halnya dengan penggunaan tindakan menonaktifkan silinder, ekonomisasi konsumsi bahan bakar bisa ditingkatkan di atas suatu cakupan luas dari kondisi-kondisi operasi (Mianzo dan Peng, 2000).

Menurut Klas Telborn (2002) proses otto adalah :

Bahan bakar yang disuplai	:	Bahan bakar dan udara telah bercampur atau injeksi langsung dari bahan bakar didalam silinder bercampur
Perbandingan udara / bahan bakar	:	mendekati konstan, ketetapan dari pembebanan $\lambda = 0.8 = 1.8$
Pengapian	:	Pengapian dengan penyalan (busi)
Waktu pengapian	:	Waktu penyalan busi
Pembakaran	:	Pengembangan aliran nyala
Bahan bakar yang dibutuhkan	:	perlawanan lebih besar untuk pengapian auto
Emisi	:	Sangat rendah dengan 3-way catalyst
Efisiensi	:	Keseluruhan rendah dan sangat rendah pada saat beban terpisah

### 3.2.1 Dinamika-Dinamika Didalam Silinder

Didalam silinder, dinamika terdiri dari yang 4 ketetapan yaitu tekanan silinder, temperatur, massa, dan pembakaran gas residu bersifat sisa. Tekanan Silinder diperoleh dari hukum gas sempurna.

$$P_{cyl} V_{cyl} = m_{cyl} R T_{cyl} \quad (1)$$

Dimana :

$P_{cyl}$  = Tekanan pada silinder

$V_{cyl}$  = Volume silinder

$M_{cyl}$  = Massa molekul di dalam silinder,

$R$  = Konstanta gas universal

$T_{cyl}$  = Temperatur

### 3.2.2. Analisa Termodinamika

Perbandingan bahan bakar dengan udara (F/R) sangat mempengaruhi terhadap hasil pembakaran didalam silinder (ruang bakar), dengan perbandingan yang sangat tepat pembakaran dan campuran homogen maka akan tercipta pembakaran yang sempurna sehingga daya yang optimal diperoleh.

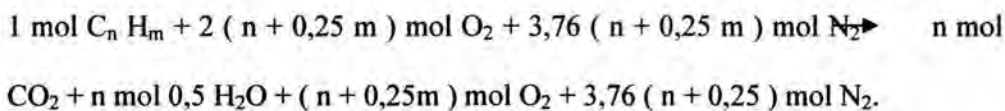
Berat udara minimum yang diperlukan untuk pembakaran yang sempurna dinamakan berat udara teoritis. Perbandingan berat udara sebenarnya dengan berat udara teoritis dinamakan faktor kelebihan udara. Dimana :

$$\frac{L_w}{L_{Th}} = \frac{\text{Banyaknya Udara Yang Sesungguhnya}}{\text{Banyaknya Udara Menurut Teoritis}}$$

Adapun persamaan umum reaksi kimia pembakaran bahan bakar hidro karbon adalah :



Adapun persamaan umum reaksi kimia pembakaran antara bahan bakar bensin dan udara :



Dimana :

$n$  = banyaknya atom C dari 1 mol bahan bakar hidrokarbon atau 6

$m$  = banyaknya atom H dari 1 mol bahan bakar hidrokarbon atau 6

Jadi persamaan umum reaksi kimia pembakaran adalah :



Dimana :

C = 12,01

H = 1,008

O = 16

N = 14,008

Jadi berat molekul masing-masing atom adalah :

$$C_6H_6 = (12,08 + 6) + (1,008 \times 6) = 78,528$$

$$H_2O = (1,008 \times 2) + 16 = 18,016$$

$$C_02 = 12,01 + (16 \times 2) = 44,011$$

$$N_2 = 14,01 \times 2 = 28,02$$

$$O_2 = 16 \times 2 = 32$$

Perbandingan bahan bakar dengan udara secara teorostis adalah :

$$\left(\frac{F}{R}\right)_{Teoritis} = \frac{78,528}{240 + 79016} = 0,076 \text{ ( kg bahan bakar dengan 1kg udara)}$$

Perbandingan bahan bakar dan udara antara 0,06-0,12 (terpenuhi)

perbandingan udara dan bahan bakar teoritis adalah perhitungan analisa termodinamika. Proses 0 – 1 (langkah hisap)

Kondisi awal berawal pada titik 0, dimana :

$$\begin{aligned} T_0 &= 27^{\circ}\text{C} (273 + 27) \\ &= 300 \text{ V}_0 \end{aligned}$$

Perbandingan kompresi ( $r$ ) 6,5 – 10,5 = 7 dinamakan konstanta polytropis ( $K$ ) = 1,4

$$T_1 = T_0 + 1$$

$T$  = kenaikan temperatur campuran bahan bakar dengan udara yang bergesekan dengan dinding silinder saluran masuk diantara 20 – 40  $^{\circ}\text{C}$  (direncanakan 30 $^{\circ}\text{C}$ )

$$\begin{aligned} T_1 &= 27 + 30 \\ &= 57^{\circ}\text{C} \\ &= 330 \end{aligned}$$

Pada temperatur  $T_1 = 330^{\circ}\text{C}$  diambil  $P_1 = 1\text{bar}$

Proses 1 – 2 (langkah kompresi)

Proses ini berlangsung secara adiabatik (isentropik)

$$\begin{aligned} T_2 &= T_1 (r)^{k-1} (7) \\ T_2 &= 330 \cdot (7)^{1,4-1} \\ &= 718,7 \text{ K} \end{aligned}$$

Untuk menempatkan nilai  $P_2$  digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2}$$

Dimana :

$$\frac{V_1}{V_2} = r$$

Maka :

$$\frac{P_2}{1} = (7)^{1,4}$$

$$P_2 = 15,24 \text{ bar}$$

Proses 2 – 3 (Proses Pembakaran)

$$T_3 = T_2 + \frac{q}{cv} \quad (6)$$

Dimana :

q = Nilai Kalor

$$cv = 0,717 \text{ kJ/kg.k} \quad k = 717,7 \text{ J/kg.k}$$

n = 5700 rpm = 5700 (4 tak), maka untuk satu detiknya ( $n_{sec}$ ) diperoleh

$$n_{sec} = \frac{5700 \text{ siklus}}{60 \text{ sec}}$$

$$= 95 \text{ Siklus/sec}$$

Diasumsikan efisiensi mesin ( $\eta$ ) = 20% - 40%. Diambil dari Honda (UK)/United Kindom. Untuk menghasilkan output 83 PS bahan bakar yang diperlukan adalah sebesar :

$$P_m = \frac{83}{\eta}$$

$$= \frac{83}{0,2}$$

$$= 415 \text{ PS}$$

Jumlah bahan bakar yang diperlukan :

$$P_m = m \cdot LHV$$

Dimana :

LHV = Nilai pembakaran bawah untuk bensin = 40580 j/kg

$$= 40588000 \text{ kJ/kg}$$

m = Jumlah bahan bakar yang diperlukan untuk menghasilkan daya = 415 PS

$$415 \text{ PS} = m \cdot 4058800 \text{ j/kg}$$

$$= \frac{415}{40588000}$$

$$= 0,000010224 \text{ kg/sec}$$

1 detik = 180 siklus, maka jumlah bahan bakar untuk setiap siklusnya

( $m_{\text{siklus}}$ )

$$m_{\text{siklus}} = \frac{m}{1,180 \text{ siklus}}$$

$$= \frac{0,000010224 \text{ kg/sec}}{1 \text{ sec} \cdot 180 \text{ siklus}}$$

Nilai untuk kalor setiap siklus ( $q_{\text{siklus}}$ )

$$q_{\text{siklus}} = \text{LHV} \cdot m_{\text{siklus}}$$

$$= 40588000 \text{ j/kg} \cdot 0,00000056 \text{ kg/siklus}$$

$$= 2,272928 \text{ j/kg}$$

$$q = 2,272928 \cdot 180 \text{ siklus}$$

$$= 409,1271 \text{ j}$$

$$T_3 = T_2 + \frac{q}{cv}$$

$$= 718 + \frac{409,1271}{717,7} = 0,8209 \text{ k}$$

Untuk nilai tekanan pada titik 3 diperoleh melalui persamaan berikut :



$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3}$$

$$\frac{15,24\text{bar}}{718} = \frac{P_3}{0,8209}$$

$$P_3 = \frac{15,24 \times 0,8209}{718}$$

$$= 0,01742$$

Proses 3 – 4 (langkah kerja)

Merupakan proses adiabatik (isentropik)

$$T_4 = T_3 \frac{T_1}{T_2}$$

$$= 0,8209 \text{ k} \frac{330}{718}$$

$$= 0,3773 \text{ k}$$

Nilai tekanan  $P_4$

$$P_4 = P_3 \frac{P_1}{P_2}$$

$$= 0,01742 \text{ bar} \frac{1\text{bar}}{15,24\text{bar}}$$

$$= 0,001143$$

Efisiensi termis teoritis ( $\eta_{t\lambda}$ )

$$\eta_{t\lambda} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2}$$

$$= \frac{0,8209 - 333}{0,8209 - 718}$$

$$= 0,45899$$

$$= 0,46$$

$$= 46 \%$$

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Sistem VTEC berguna untuk menghemat bahan bakar, memperbaiki performa mesin menjadi lebih baik dan mengurangi emisi gas buang. Mekanisme secara kontinuitas yang diharapkan dalam hal waktu pembukaan / penutupan katup masuk adalah berdasarkan kondisi kerja mesin. Honda VTEC (Variable Valve Timing and Lift Electronic Control) memvariasikan waktu buka dan tutup pada katup masuk untuk memperbaiki torsi mesin pada kondisi saat kecepatan mesin medium ke rendah.

Secara garis besar VTEC mempunyai kemampuan yang efektif untuk :

1. mengontrol intake camshaft untuk memberikan valve timing yang paling optimal untuk kondisi mesin
2. memperbaiki torsi di semua tingkat kecepatan
3. penghematan bahan bakar

Pada skripsi ini, pembahasan VTEC belum sampai kepada tahap pembahasan secara eksperimental dan simulasi secara khusus kasus per kasus tentang sistem VTEC. Pada skripsi ini telah dibahas tentang unjuk kerja (karakteristik) VTEC sistem pada mesin (engine), pembahasan yang dimaksud adalah seperti; konstruksi VTEC, kemampuan, unjuk kerja juga kontrol dan pemodelannya. Skripsi ini merekomendasikan pada masa mendatang ada penelitian lanjutan tentang VTEC dan membahasnya secara khusus (mendalam) dengan memberikan contoh secara eksperimental dan simulasi dengan mengadopsi permodelan dan kontrol mesin variable valve timing pada BAB III skripsi ini.

Hasil dari eksperimental atau simulasi dengan mempergunakan software tertentu, seperti : **Software Engine Analyzer Pro Versi: 3.3, By Performance Trade Inc.**, akan menunjukkan secara nyata kemampuan VTEC sistem. Software ini dapat mensimulasikan karakteristik-karakteristik VTEC dengan input parameter-parameter tertentu.

## 5.2. Saran

Pada skripsi ini penulis memberi saran kepada peneliti selanjutnya bahwa: Hasil pemodelan termodinamika dan simulasi mobil VTEC dapat di bandingkan dengan percobaan experimental sehingga dapat diketahui nilai karakteristik yang lebih ideal.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Arends BPM., (Ian Bc.renschot, H., (1992), *Motor Bensin*, Penerbit Erlangga, Jakarta
2. C. Gray, (1988), *A Review of Variable Engine Valve Timing*, SAE, (880386)
3. Honda (UK) Cars (2005), *The Honda Jazz 2005 The Power of Dreams*, 470 London road, Slough, Berkshire, SL3 8QY, A Division of Honda Motor Europe Ltd. No. 857969 Registered in England and Wales, home page: [www.honda.co.uk](http://www.honda.co.uk)
4. Honda Australia, (2005), *Honda Jazz The Power of Dreams*, 95 Sharps Road, Tullamarine, Victoria. 3043, FCB HON3536, home page: [www.honda.com.au](http://www.honda.com.au)
5. Honda Ecology, (2005), *Ongoing Technological Developments to Attain Higher Goals for the Generation*, Section 1 Product Development
6. James Y., dan Clark G., (2002), *Designing An Adaptive Automotive Control System To Optimize 4-stroke SI Engine Performance*, Senior Thesis 2002, Department of Philosophy, Carnegie Mellon University
7. Klas Telborn (2002), *A Real-Time Platform Closed-Loop Control and Crank Angle Based Measurement*, Master's thesis, performed in Vehicular Systems, Reg. no: LiTH-ISY-EX-3304-2002
8. Masami N., Satoru W., Yoshihiro S., dan Kiyoshi A., (2004), *Port-injection Enginecontrol System for Environmental Protection*, Hitachi Review, Vol. 53, No. 4
9. Matthew J. Roelle., Gregory M., Shover dan J. Christian Gardes, (2004), *Tackling the Transition: A Multi - Mode Combustion Model of SI and HCCL for Mode Transition Control*. Proceedings of International Mechanical Engineering Conference and Exposition (IMECE). Anaheim, California, U.S.A
10. Mianzo L, dan Peng H., (2000), *Modeling and Control of a Variable Valve Timing Engine*, Proceedings of The American Control Conferences, Chicago, Illinois
11. Umut G., Richard, F., Keith, G., dan Nick C., (2002), *Experimental Investigation of Changing Fuel Path Dynamics in Twin-Independent Variable Camshaft Timing Engines*, Society of Automotive Engineers, Inc., 2002-01-2752