



Bahan Ajar  
Kursus & Pelatihan

# Sistem Bahan Bakar PADA SEPEDA MOTOR



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Nonformal dan Informal  
Direktorat Pembinaan Kursus dan Pelatihan  
Tahun 2013

**BAHAN AJAR  
KURSUS DAN PELATIHAN**

**SISTEM BAHAN BAKAR  
PADA SEPEDA MOTOR**

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Nonformal dan Informal  
Direktorat Pembinaan Kursus dan Pelatihan  
2013



## **SAMBUTAN**

### **DIREKTUR JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI, NONFORMAL DAN INFORMAL**

Sejalan dengan visi Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Nonformal dan Informal, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, yakni “Terselenggaranya layanan pendidikan anak usia dini, nonformal dan informal untuk mewujudkan insan Indonesia yang berakhlak mulia, berkarakter, cerdas, terampil, mandiri dan kreatif, dan profesional”, diperlukan sistem pelayanan yang prima.

Dalam rangka melaksanakan ketentuan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2012 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal pendidikan Anak Usia Dini, Nonformal dan Informal menyusun norma, standar, prosedur, dan kriteria sebagai penguatan sistem manajemen dan dukungan teknis pendidikan anak usia dini, nonformal dan informal.

Upaya yang dilakukan Direktorat Pembinaan Kursus dan Pelatihan Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Nonformal dan Informal bersama konsorsium kursus dan pelatihan untuk menyusun bahan ajar kursus dan pelatihan dalam bentuk buku cetak perlu diapresiasi. Selain sebagai norma, standar, prosedur, dan kriteria, bahan ajar ini sebagai salah satu upaya meningkatkan mutu, relevansi, dan daya saing lulusan kursus dan pelatihan serta satuan pendidikan nonformal lainnya sesuai dengan standar nasional pendidikan.

Semoga, bahan ajar ini dapat memberikan manfaat dan memenuhi kebutuhan peserta didik serta mudah diperoleh sehingga proses pembelajaran diharapkan dapat berhasil lebih baik.

Jakarta, 24 Juni 2013  
Direktur Jenderal,



Prof. Dr. Lydia Freyani Hawadi, Psikolog  
NIP. 19570322 198211 2 001



# **KATA PENGANTAR**

## **DIREKTUR PEMBINAAN KURSUS DAN PELATIHAN**

Pertama-tama kami menyampaikan puji syukur ke Hadirat Allah yang Maha Kuasa serta terima kasih dan penghargaan kepada tim penyusun bahan ajar kursus dan pelatihan yang telah meluangkan waktu, pikiran, tenaga dan bekerja keras, sehingga bahan ajar kursus dan pelatihan selesai disusun dan siap dipergunakan oleh peserta didik, penyelenggara kursus dan pelatihan serta satuan pendidikan nonformal lainnya.

Kebijakan menerbitkan bahan ajar kursus dan pelatihan merupakan salah satu upaya yang dilakukan oleh Direktorat Pembinaan Kursus dan Pelatihan, Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Nonformal dan Informal (Ditjen PAUDNI), Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud), agar kegiatan pembelajaran pada lembaga kursus dan pelatihan serta satuan pendidikan nonformal lainnya dapat didukung oleh tersedianya bahan ajar sesuai dengan kebutuhan peserta didik dan mudah diperoleh sehingga diharapkan proses pembelajaran dapat berhasil lebih baik dan efektif.

Bahan ajar ini merupakan sarana untuk lebih mengoperasionalkan substansi kurikulum berbasis kompetensi pada masing-masing jenis keahlian, agar peserta didik kursus dan pelatihan serta satuan pendidikan nonformal lainnya lebih cepat dalam menguasai materi pembelajaran. Penerapan bahan ajar yang relevan dan kontekstual dengan kebutuhan peserta didik akan sangat membantu mereka dalam mempersiapkan diri untuk mengikuti uji kompetensi yang diselenggarakan oleh Lembaga Sertifikasi Kompetensi (LSK) atau lembaga kursus dan pelatihan yang sudah terakreditasi lembaga oleh Badan Akreditasi Nasional Pendidikan Nonformal (BAN.PNF).

Uji kompetensi merupakan bagian yang tak terpisahkan dari upaya Direktorat Pembinaan Kursus dan Pelatihan, Ditjen PAUDNI, Kemdikbud untuk meningkatkan mutu, relevansi, dan daya saing lulusan kursus dan pelatihan serta satuan pendidikan nonformal lainnya sesuai dengan standar nasional pendidikan. Untuk mencapai sasaran tersebut, maka penyelenggara kursus dan pelatihan serta satuan pendidikan nonformal lainnya, perlu menyiapkan pendidik yang mampu melaksanakan kegiatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, menyenangkan, kreatif, dinamis, dan dialogis, serta didukung oleh tersedianya sarana dan prasarana yang memenuhi kebutuhan pembelajaran.

Akhirnya saya berharap, bahan ajar ini akan menjadi salah satu media pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kinerja lembaga-lembaga kursus dan pelatihan serta satuan pendidikan nonformal lainnya.

Jakarta, 24 Juni 2013  
Direktur,

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end.

Dr. Wartanto  
NIP. 19631009 198903 1 001

# DAFTAR ISI

SAMBUTAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Pentingnya Sistem Bahan Bakar .....	1
B. Bahan Bakar .....	2
<b>BAB II SISTEM BAHAN BAKAR KONVENSIONAL.....</b>	<b>3</b>
A. Komponen Utama Sistem Bahan Bakar .....	3
1. Tangki Bahan Bakar .....	3
2. Saringan Udara .....	5
3. Karburator .....	6
B. Prinsip Kerja Karburator .....	7
C. Tipe Karburator .....	8
1. Karburator dengan <i>venturi</i> tetap .....	8
2. Karburator dengan <i>venturi</i> berubah-ubah .....	9
3. Karburator dengan kecepatan konstan .....	9
D. Bagian Utama Karburator .....	10
E. Cara Kerja Karburator .....	13
1. Sistem Pelampung ( <i>Float System</i> ) .....	14
2. Sistem Kecepatan Rendah ( <i>Pilot System</i> ) .....	15
3. Cara Kerja Sistem Kecepatan Rendah Karburator Tipe <i>Variabel venturi</i> .....	15
4. Cara Kerja Sistem Kecepatan Rendah Karburator Tipe Kecepatan Konstan .....	16
5. Sistem Kecepatan Utama/Tinggi .....	17

6.	Cara Kerja Sistem Kecepatan Utama Karburator Tipe <i>Variable Venturi</i> .....	17
7.	Cara Kerja Sistem Kecepatan Utama Karburator Tipe Kecepatan Konstan .....	18
8.	Sistem Beban Penuh (sistem tenaga) .....	20
9.	Sistem Choke .....	20
10.	Sistem Percepatan .....	21
<b>BAB III</b>	<b>SISTEM BAHAN BAKAR INJEKSI</b> .....	<b>23</b>
A.	Perkembangan Sistem Bahan Bakar Injeksi .....	23
B.	Prinsip Kerja Sistem EFI.....	23
C.	Konstruksi Dasar Sistem EFI .....	24
1.	Sistem Bahan Bakar ( <i>Fuel System</i> ) .....	24
2.	Sistem Kontrol Elektronik .....	24
3.	Sistem Induksi Udara .....	24
D.	Cara Kerja Sistem EFI .....	33
1.	Saat Penginjeksian ( <i>Injection Timing</i> ) dan Lamanya Penginjeksian .....	34
2.	Cara Kerja Saat Kondisi Engine Dingin.....	35
3.	Cara Kerja Saat Putaran Rendah.....	36
4.	Cara Kerja Saat Putaran Menengah dan Tinggi .....	38
5.	Cara Kerja Saat Akselerasi (Percepatan) .....	39
<b>BAB IV</b>	<b>PEMERIKSAAN DAN PERBAIKAN SISTEM BAHAN BAKAR KONVENSIONAL</b> .....	<b>41</b>
A.	Jadwal Perawatan Berkala Sistem Bahan Bakar Konvensional .....	41
B.	Sumber-Sumber Kerusakan Sistem Bahan Bakar Konvensional .....	42
C.	Pemeriksaan Saringan Bahan Bakar .....	43
D.	Pemeriksaan dan Perawatan Saringan Udara .....	43
E.	Pemeriksaan Jet ( Pengabut ) Karburator .....	44

F.	Pemeriksaan Jarum Pelampung .....	44
G.	Pemeriksaan Tinggi Pelampung .....	45
H.	Pemeriksaan Penyetelan Putaran Stasioner/Langsam .....	46
I.	Pemeriksaan Cara Kerja Gas Tangan .....	47
<b>BAB V</b>	<b>PEMERIKSAAN DAN PERBAIKAN SISTEM BAHAN BAKAR TIPE INJEKSI</b> .....	49
A.	Beberapa Hal Umum yang Perlu Diperhatikan Berkaitan dengan Service Sistem EFI atau PGM-FI .	49
B.	Jadwal Perawatan Berkala Sistem Bahan Bakar Tipe Injeksi (EFI) .....	49
C.	Sumber-Sumber Kerusakan Sistem Bahan Bakar Tipe Injeksi(EFI) .....	50
D.	Informasi Pendiagnosaan Sendiri Sistem EFI atau PGM-FI Prosedur Pendiagnosaan Sendiri ( <i>Self Diagnosis</i> ) .....	51
E.	Prosedur Me-Reset Pendiagnosaan Sendiri .....	55
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP</b> .....	58
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	59
	<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	60
	<b>BIODATA PENULIS</b> .....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Gambar struktur tangki sepeda motor .....	3
Gambar 2.	Gambar kontruksi kran .....	4
Gambar 3.	Kran bahan bakar tipe vakum .....	5
Gambar 4.	Saringan udara .....	5
Gambar 5.	Langkah hisap piston .....	6
Gambar 6.	Aliran udara dalam <i>venturi</i> .....	7
Gambar 7.	Cara kerja <i>venturi</i> .....	8
Gambar 8.	Karburator dengan <i>venturi</i> tetap .....	8
Gambar 9.	Karburator dengan <i>venturi</i> berubah .....	9
Gambar 10.	Karburator dengan kecepatan konstan .....	9
Gambar 11.	Bagian-bagian karburator tipe VM .....	10
Gambar 12.	Bagian-bagian karburator tipe CV .....	10
Gambar 13.	Bagian-bagian <i>main nozzle</i> .....	11
Gambar 14.	Variabel <i>venturi</i> dan <i>venturi</i> tetap .....	11
Gambar 15.	<i>Skep/throttle valve</i> .....	12
Gambar 16.	<i>Pilot air jet</i> (1) pada karburator tipe <i>variable venturi</i> ...	13
Gambar 17.	Sistem pelampung menjaga level/ketinggian bahan bakar selalu tetap dalam ruang bahan bakar dalam sistem pelampung .....	14
Gambar 18.	Sistem kecepatan rendah pada sistem karburator tipe <i>variable venturi</i> .....	15
Gambar 19.	Sistem kecepatan rendah pada karburator tipe konstan .....	16
Gambar 20.	Sistem kecepatan utama pada karburator .....	17
Gambar 21.	Posisi <i>jet needle</i> (jarum) pada <i>needle jet</i> .....	18
Gambar 22.	Aliran bahan bakar dan udara utama pada karburator tipe kecepatan konstan .....	19
Gambar 23.	Posisi power jet untuk sistem tenaga pada karburator tipe <i>variable venturi</i> .....	20
Gambar 24.	Kontruksi sistem <i>choke</i> otomatis dan <i>choke</i> manual	21
Gambar 25.	Kontruksi sistem percepatan .....	22
Gambar 26.	Skema Rangkaian Sistem EFI Pada Yamaha GTS1000 .....	24

Gambar 27. Penempatan Komponen Sistem EFI Honda Supra X 125 .....	25
Gambar 28. Komponen EFI Honda Supra X 125 .....	26
Gambar 29. Konstruksi <i>Fuel Pump Module</i> .....	27
Gambar 30. Konstruksi Injektor .....	28
Gambar 31. Penempatan Injektor Pada <i>Throttle Body</i> .....	28
Gambar 32. Skema Aliran Sistem Bahan Bakar EFI .....	29
Gambar 33. Rangkaian Sistem Kontrol Elektronik Supra X 125 ....	29
Gambar 34. Contoh Posisi Penempatan Sensor yang Menyatu Dengan <i>Throttle Body</i> .....	30
Gambar 35. Bank Angle Sensor dan Posisi Sudut Kemiringan Sepeda Motor .....	31
Gambar 36. Sinyal atau informasi bank angle sensor ke ECU .....	32
Gambar 37. Posisi Bank Engle Sensor Saat Sepeda Motor Menikung dan Saat Terjatuh .....	32
Gambar 38. Konstruksi <i>Throttle Body</i> .....	33
Gambar 39. Sensor Air Pendingin (9) Yamaha GTS 1000 .....	35
Gambar 40. Engine Oil Temperature Sensor dan Intake Air Temperature Sensor Honda Supra X 125 .....	36
Gambar 41. Saluran Masuk Untuk Putaran Staioner Saat Katup <i>Throttle</i> Masih Menutup Pada Sepeda Motor Honda Supra X 125 .....	37
Gambar 42. Posisi Skrup Penyetel Putaran Stasioner Pada <i>Throttle Body</i> .....	37
Gambar 43. Contoh Penyemprotan Injektor Pada Saat Putaran 2000 rpm .....	38
Gambar 44. Contoh Penyemprotan Injektor Pada Saat Putaran 4000 rpm .....	39
Gambar 45. Elemen saringan udara .....	43
Gambar 46. Urutan pencucian elemen saringan udara .....	44
Gambar 47. Kondisi jarum yang bagus Dengan yang tidak bagus .	45
Gambar 48. Contoh pengukuran tinggi Pelampung .....	45
Gambar 49. Posisi sekrup udara dan penahan skep ( <i>throttle piston</i> ) pada karburator yang terdapat pada salah satu merk sepeda motor .....	46

Gambar 50. Jarak main bebas gas tangan .....	48
Gambar 51. Penyetelan jarak main bebas gas tangan .....	48
Gambar 52. Posisi MIL .....	51
Gambar 53. Posisi DLC .....	52
Gambar 54. Pemasangan Konektor DLC ke DLC .....	52
Gambar 55. MIL Menyala Ketika Kunci Kontak ON .....	52
Gambar 56. Contoh Pemeriksaan Tahanan Pada EOT Sensor .....	54
Gambar 57. Contoh Pemeriksaan Tegangan Pada EOT Sensor ...	55
Gambar 58. Prosedur Melepas dan Menghubungkan Kembali Konektor DLC Dari DLC .....	56
Gambar 59. Pola Keberhasilan Saat Me-reset Pendiagnosaan Sendiri .....	56
Gambar 60. Pola kegagalan saat me-reset pendiagnosaan sendiri .....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jadwal Perawatan Berkala (Teratur) Sistem Bahan bakar Konvensional

Tabel 2. Sumber-sumber kerusakan sistem bahan bakar konvensional (karburator)

Tabel 3. Sumber-sumber Kerusakan pada Sistem Bahan Bakar Tipe Injeksi (EFI)



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Pentingnya Sistem Bahan Bakar

Motor bakar berfungsi mengubah energi panas yang terkandung dalam bahan bakar menjadi tenaga gerak. Energi panas yang dihasilkan dalam ruang bakar diperoleh dari reaksi kimia pembakaran, antara bahan bakar dengan udara. Energi panas hasil pembakaran bahan bakar dan udara merupakan sumber utama daya untuk menggerakkan motor.

Sepeda motor merupakan jenis motor bakar yang memperoleh energi gerak utamanya dari hasil reaksi pembakaran udara dan bahan bakar. Proses terjadinya pembakaran udara dan bahan bakar dalam ruang bakar, membutuhkan sebuah sistem bahan bakar. Sistem bahan bakar pada sepeda motor mutlak diperlukan, karena sistem bahan bakar memiliki beberapa fungsi, diantaranya :

1. pengalir bahan bakar dari tangki sampai ke ruang bakar
2. penyaring bahan bakar dari kotoran
3. pengubah bahan bakar cair menjadi gas
4. pengatur supplay bahan bakar sesuai dengan kebutuhan kerja *engine*

Komponen-komponen utama sistem bahan bakar konvensional pada sepeda motor terdiri dari: 1) Tangki bahan bakar; 2) pipa/*hose* penyalur bahan bakar; 3) saringan/*filter* bahan bakar; 4) karburator; dan 5) *intake manifold*. Sementara itu guna memperoleh reaksi kimia pembakaran yang baik dalam ruang bakar, dibutuhkan beberapa persyaratan yaitu: 1) Tekanan kompresi yang tinggi; 2) Waktu pengapian yang tepat dan percikan bunga api busi yang kuat; 3) Campuran udara dan bahan bakar yang sesuai. Syarat yang ketiga inilah yang disediakan oleh karburator.

Sistem penyaluran bahan bakar pada sepeda motor yang masih menggunakan karburator (sistem bahan bakar konvensional), tidak diperlukan pompa bahan bakar dikarenakan penempatan tangki bahan bakar diletakkan lebih tinggi dari karburator. Sedangkan sistem penyaluran bahan bakar dengan tekanan terdapat pada sepeda motor yang menggunakan sistem bahan bakar injeksi atau EFI (*electronic fuel injection*). Dalam sistem ini, peran karburator yang terdapat pada sistem bahan bakar konvensional diganti oleh injektor yang proses kerjanya dikontrol oleh unit pengontrol elektronik atau dikenal ECU (*electronic control unit*) atau ECM (*electronic/engine control module*).

## B. Bahan Bakar

Bensin adalah bahan bakar yang lazim digunakan pada sepeda motor. Bensin digunakan sebagai bahan bakar pada sepeda motor karena mempunyai karakteristik sebagai berikut: 1) Mempunyai nilai bakar yang tinggi; 2) Sanggup menguap pada suhu yang rendah; 3) Uap tersebut harus dapat menyala dengan perbandingan campuran yang cocok dengan oksigen; 4) Sisa gas yang dihasilkan dari pembakaran tersebut tidak beracun; 5) Dapat diangkut dan disimpan dengan mudah dan aman.

Bahan bakar yang digunakan pada sepeda motor merupakan persenyawaan (percampuran) hidro-karbon yang diolah dari minyak bumi. Unsur utama bahan bakar ini adalah *carbon* (C) dan *hydrogen* (H). Bahan bakar ini terdiri dari *iso-octane* (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>) dan *normal-nepthane* (C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>). Pemilihan bahan bakar yang digunakan pada sepeda motor ini berdasarkan pertimbangan dua kualitas; yaitu nilai kalor (*calorific value*) dan *volatility*. *Calorific value* merupakan sejumlah energi panas yang bisa digunakan untuk menghasilkan kerja/usaha dan *volatility* yang mengukur seberapa mudah bahan bakar akan menguap pada suhu rendah. Dua hal tadi perlu dipertimbangkan karena semakin naik nilai kalor, *volatility*-nya akan turun, padahal *volatility* yang rendah dapat menyebabkan bahan bakar susah terbakar. Selain pertimbangan kualitas, guna memperoleh reaksi kimia pembakaran yang sempurna, dibutuhkan komposisi perbandingan bahan bakar dengan udara yang tepat/ideal.

Perbandingan campuran bahan bakar dan udara harus ditentukan sedemikian rupa agar bisa diperoleh efisiensi dan pembakaran yang sempurna. Nilai perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang ideal (perbandingan *stoichiometric*) untuk proses pembakaran yang sempurna pada ruang bakar adalah 1 : 14,7. Namun pada prakteknya, perbandingan campuran ideal tersebut tidak bisa tercapai secara konstan pada setiap keadaan operasional. Nilai campuran bahan bakar dan udara pada berbagai keadaan operasional, contohnya: 1) saat putaran idle/langsam (1:12-14); 2) saat putaran ekonomis/putaran menengah (1:14-15); 3) saat putaran tinggi/tenaga maksimum (1:12.5-13.5); dan saat start dingin (1:8). Nilai campuran bahan bakar dan udara dikatakan kurus/miskin, jika proporsi nilai campurannya lebih dari nilai campuran ideal, misalnya 1:15. Sementara itu campuran bahan bakar dan udara dikatakan gemuk/kaya, jika proporsi nilai campurannya kurang dari nilai campuran yang ideal, misalnya 1:12.

## BAB II

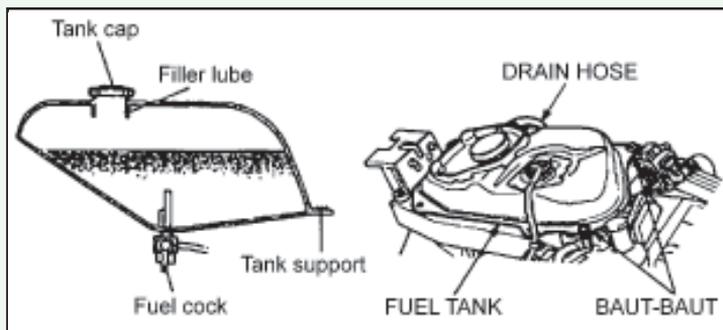
### SISTEM BAHAN BAKAR KONVENSIONAL

#### A. Komponen Utama Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar konvensional merupakan sistem bahan bakar yang menggunakan karburator untuk melakukan proses pencampuran bahan bakar dengan udara sebelum disalurkan ke ruang bakar. Sebagian besar sepeda motor saat ini masih menggunakan sistem bahan bakar konvensional. Komponen utama sistem bahan bakar konvensional adalah : 1) Tangki bahan bakar; 2) pipa/*hose* penyalur bahan bakar; 3) saringan/*filter* bahan bakar; 4) karburator; dan 5) *intake manifold*. Sepeda motor yang menggunakan sistem bahan bakar konvensional umumnya tidak dilengkapi dengan pompa bahan bakar karena sistem penyalurannya tidak menggunakan tekanan tapi dengan penyaluran sendiri berdasarkan berat gravitasi.

##### 1. Tangki Bahan Bakar

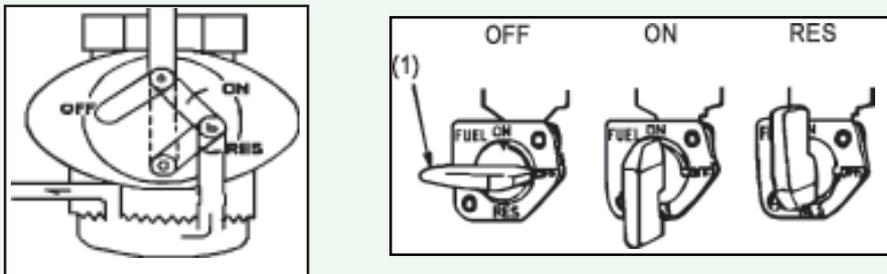
Tangki merupakan tempat persediaan bahan bakar. Posisi tangki bahan bakar pada sepeda motor biasanya berada di atas letak motor/*engine*-nya. Hal ini dimaksudkan guna memudahkan penyaluran bahan bakar berdasarkan prinsip gravitasi. Kapasitas tangki dibuat bermacam-macam tergantung dari besar kecilnya *engine*. Bahan tangki umumnya dibuat dari plat baja yang bagian dalamnya dilapisi logam yang tidak mudah berkarat. Namun demikian terdapat juga tangki bahan bakar yang terbuat dari aluminium. Tangki bahan bakar dilengkapi dengan pelampung dan sebuah tahanan geser untuk keperluan alat pengukur jumlah bahan bakar yang terdapat di dalam tangki.



Gambar 1. Gambar struktur tangki sepeda motor  
(Sumber gambar Buku pedoman reparasi motor honda)

Struktur tangki terdiri dari :

1. Tutup tangki: berfungsi sebagai lubang masuknya bahan bakar, pelindung debu dan air, lubang pernafasan udara, dan menjaga agar bahan bakar tidak tumpah ketika sepeda motor terbalik.
2. *Filler tube*: berfungsi menjaga melimpahnya bahan bakar pada saat ada guncangan (jika kondisi panas, bahan bakar akan memuai).
3. *Fuel cock* (kran bahan bakar): berfungsi untuk membuka dan menutup aliran bahan bakar dari tangki dan sebagai penyaring kotoran/partikel debu. Terdapat dua tipe kran bahan bakar, yaitu *tipe standar* dan *tipe vakum*. *Tipe standar* adalah kran bahan bakar yang pengoperasiannya dilakukan secara manual.
4. *Damper locating* (peredam): berupa karet yang berfungsi untuk meredam posisi tangki saat sepeda *engine* berjalan.

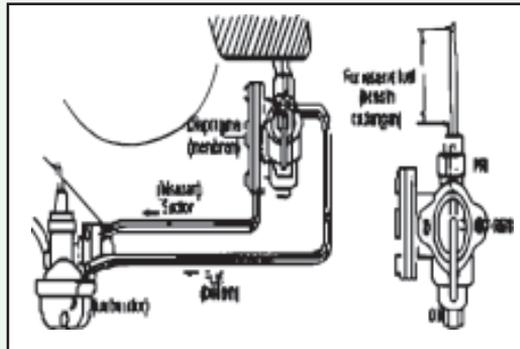


Gambar 2. Gambar konstruksi kran  
(Sumber gambar Honda-tiger.or.id)

Ada tiga posisi kran pada tangki bahan bakar, yaitu: OFF, RES, dan ON. Jika kran diputar ke posisi "OFF" akan menutup aliran bahan bakar dari tangki dan posisi ini biasanya digunakan untuk pemberhentian yang lama. Jika kran pada posisi "RES" digunakan untuk pengendalian pada tangki cadangan dan kran pada posisi "ON" untuk membuka aliran bahan bakar pada pengendalian yang normal.

Kran bahan bakar tipe vakum adalah kran tipe otomatis dengan dilengkapi komponen diafragma, yang akan terbuka jika engine hidup dan tertutup ketika engine mati. Pada saat *engine* hidup, diafragma menerima hisapan dan membuka jalur bahan bakar, dan pada saat *engine* mati akan menutup jalur bahan bakar (OFF).

Terdapat 4 jalur dalam kran bahan bakar tipe vakum, yaitu OFF, ON, RES dan PRI. Fungsi OFF, ON dan RES sama seperti pada kran standar. Sedangkan fungsi PRI adalah akan mengalirkan langsung bahan bakar ke *filter cup* (wadah saringan) tanpa ke diafragma dulu. Jika telah mengisi tangki bahan bakar yang kosong, usahakan memutar kran bahan bakar ke posisi ON.



Gambar 3. Kran bahan bakar tipe vakum

## 2. Saringan udara (*air filter*)

Saringan udara berfungsi untuk memisahkan kotoran sehingga udara yang masuk kekarburator dan ruang bakar benar-benar bersih. Jika saringan udara kotor dapat menyebabkan:

- a. Saluran saluran yang ada dalam karburator tersumbat.
- b. Piston dan silinder akan lebih cepat aus.

Jenis saringan udara ada 2 jenis, yaitu jenis kertas dan jenis busa/*urethane*.



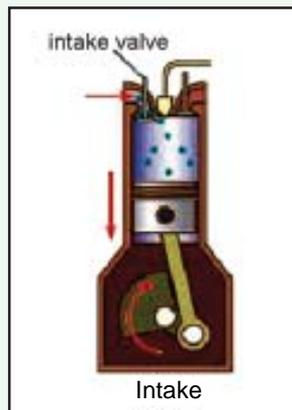
Gambar 4. Saringan udara  
(sumber gambar: [baca-kata.blogspot.com](http://baca-kata.blogspot.com))

### 3. Karburator

Karburator berfungsi untuk merubah bahan bakar cair menjadi gas/kabut. Karburator juga harus dapat menyediakan campuran udara dan bahan bakar yang tepat pada segala kondisi kerja *engine*.

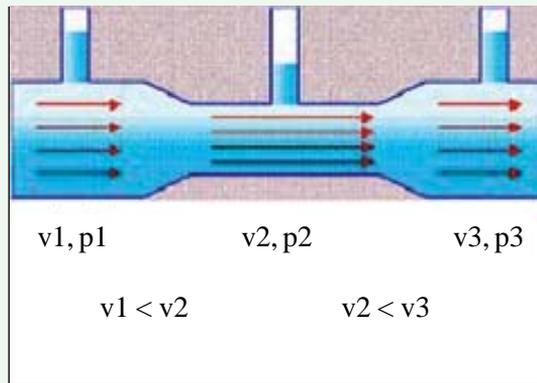
Untuk dapat memahami prinsip kerja dari karburator ada 3 hal yang harus dipahami terlebih dahulu, antara lain :

1. Tekanan atmosfer yaitu tekanan udara yang berada di sekitar kita. Semua molekul udara menekan ke bawah sebagai efek gravitasi. Sebagai patokan, tekanan udara pada permukaan air laut berkisar 101,3 KPa. Tekanan ini kenyataannya bervariasi pada kondisi ketinggian yang berbeda, jika permukaan meningkat tekanan atmosfer menurun.
2. Kevakuman yaitu keadaan dimana tekanan di dalam ruang tertutup lebih rendah/hampa dibandingkan dengan tekanan sekitarnya. Contohnya tekanan dalam silinder/ruang bakar pada saat piston bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB) pada langkah hisap.



Gambar 5. Langkah hisap piston

3. Prinsip kerja *venturi* yaitu penyempitan ruangan sehingga udara menurun, sebaliknya kecepatan naik. Sebuah peningkatan kecepatan udara melalui *venturi*, kevakuman akan meningkat pangkat dua dengan meningkatnya kecepatan udara, sebagai contoh, jika kecepatan udara meningkat ganda nilai kevakuman akan meningkat empat kali, dan jika kecepatan udara meningkat tiga kali nilai kevakuman meningkat sembilan kali.



Gambar 6. Aliran udara dalam venturi  
(Sumber gambar lenntech.com)

## B. Prinsip kerja karburator

Prinsip kerja karburator berdasarkan hukum-hukum fisika seperti: kontinuitas dan Bernaulli. Apabila suatu fluida mengalir melalui suatu tabung, maka banyaknya fluida atau debit aliran ( $Q$ ) adalah:

$$Q = A \cdot V = \text{Konstan}$$

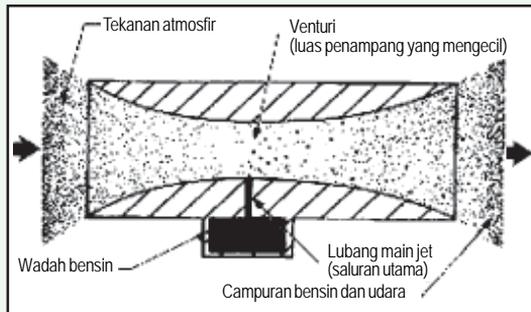
Dimana:  $Q$  = Debit aliran ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

$A$  = Luas penampang tabung ( $\text{m}^2$ )

$V$  = Kecepatan aliran ( $\text{m}/\text{detik}$ )

Tekanan ( $P$ ) pada sepanjang tabung alir yang diameternya sama, tekanan fluida dalam tabung itu akan selalu tetap. Jika terdapat bagian dari tabung alir yang diameternya diperkecil maka tekanan fluida yang mengalir kecepatannya akan bertambah sedangkan tekanannya akan menurun.

Prinsip hukum di atas tersebut dipakai untuk mengalirkan bahan bakar dari ruang pelampung karburator dengan memperkecil diameter dalam karburator. Pengecilan diameter atau penyempitan saluran ini disebut dengan *venturi*. Berdasarkan gambar 7 di bawah dapat dijelaskan bahwa bahan bakar akan terhisap dan keluar melalui *venturi* dalam bentuk butiran-butiran kecil. Hal ini akibat dari kecepatan udara dalam *venturi* lebih tinggi tetapi tekanannya lebih rendah, dibandingkan tekanan dalam ruang yang berada di bagian bawahnya.



Gambar 7. Cara kerja venturi

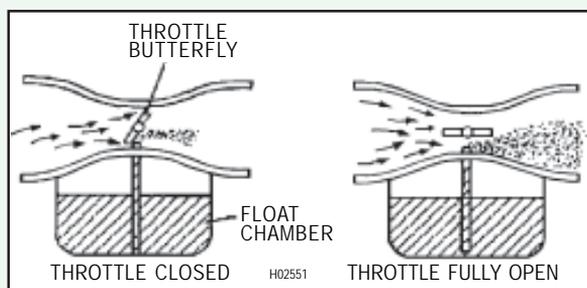
Perbedaan tekanan merupakan dasar kerja suatu karburator, yaitu dengan membuat *venturi* seperti gambar di atas. Semakin cepat udara mengalir pada saluran *venturi*, maka tekanan akan semakin rendah dan kejadian ini dimanfaatkan untuk menghisap bahan bakar.

### C. Tipe Karburator

Berdasarkan konstruksinya, karburator pada sepeda engine dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Karburator dengan *venturi* tetap (*fixed venturi*).

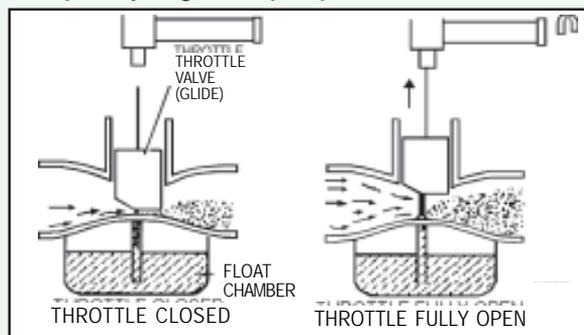
Karburator tipe ini merupakan karburator yang diameter *venturi*-nya tidak bisa dirubah-rubah lagi. Besarnya aliran udaranya tergantung pada perubahan throttle *butterfly* (katup *throttle*/katup gas). Pada tipe ini biasanya terdapat pilot jet untuk kecepatan idel/langsam. Terdapat juga sistem akselerasi atau percepatan untuk mengantisipasi saat engine di gas dengan tiba-tiba. Semua sistem tambahan tersebut dimaksudkan untuk membantu agar *engine* bisa lebih responsif karena katup throttle mempunyai keterbatasan dalam membentuk efek *venturi*.



Gambar 8. Karburator dengan venturi tetap

2. Karburator dengan *venturi* berubah-ubah (*slide carburettor or variable venturi*)

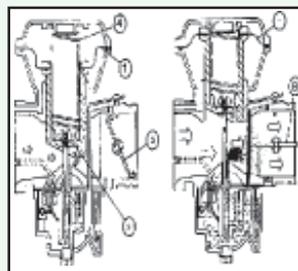
Karburator dengan *venturi* berubah-ubah menempatkan *throttle valve/throttle* piston (skep) berada didalam *venturi* dan langsung dioperasikan oleh kawat gas. Oleh karena itu, diameter *venturi* bisa dibedakan (bervariasi) sesuai besarnya aliran campuran bahan bakar udara dalam karburator. Karburator tipe ini dalam menyalurkan bahan bakar hanya melalui *main jet* (spuyer utama) yang dikontrol oleh *needle* (jarum), karena bentuk jarum dirancang tirus. Hal ini akan mengurangi *jet* (spuyer) dan saluran tambahan lainnya seperti yang terdapat pada karburator *venturi* tetap.



Gambar 9. Karburator dengan *venturi* berubah

3. Karburator dengan kecepatan konstan (*constant velocity carburettor*).

Karburator tipe ini merupakan gabungan dari kedua karburator di atas, yaitu *variable venturi* yang dilengkapi katup gas (*throttle valve butterfly*). Sering juga disebut dengan karburator CV (*CV carburettor*). Piston valve yang berada dalam *venturi* berfungsi agar diameter *venturi* berubah-ubah dengan bergerak keatas dan kebawah. Pergerakan piston valve ini dilakukan oleh tekanan negatif (kevakuman) dalam *venturi* tersebut.



Ket:

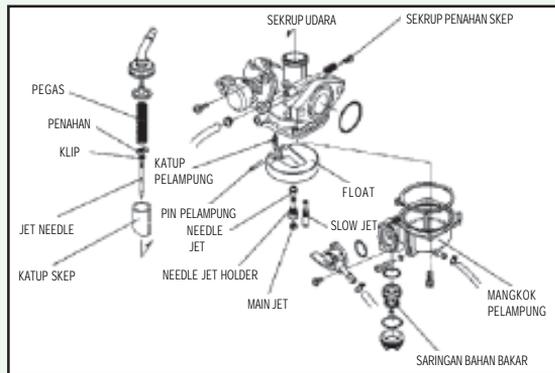
1. Diafragma
2. lubang udara masuk ke ruang vakum
3. Katup gas/throttle valve
4. Pegas pengembali

Gambar 10. Karburator dengan kecepatan konstan  
(Sumber gambar: Buku Pedoman Reparasi Astrea prima)

Berdasarkan gambar diatas, udara yang mempunyai tekanan sama dengan udara luar mengisi daerah di bawah diafragma (3). Udara tersebut masuk ke ruang vakum lewat lubang (2) pada bagian bawah piston. Tekanan rendah dihasilkan dalam ruang vakum dan piston mulai terangkat karena katup gas (3) dibuka oleh kabel gas. Pegas pengembali (4) dalam piston membantu menjaga piston berada dalam posisinya sehingga tekanan pada kedua sisi diafragma seimbang. Ketika katup gas dibuka penuh, kecepatan udara yang melewati *venturi* bertambah. Hal ini akan menghasilkan tekanan dalam ruang vakum yang lebih rendah lagi, sehingga piston terangkat penuh.

#### D. Bagian utama karburator

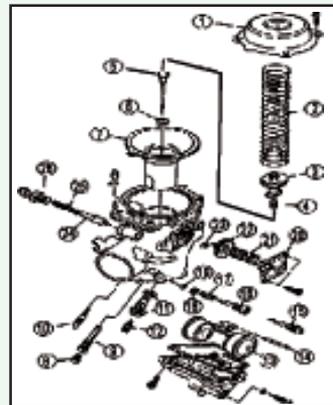
Bagian-bagian karburator dapat di lihat dari gambar dibawah ini :



Gambar 11. Bagian-bagian karburator tipe VM  
(Sumber gambar: Service dan teknik reparasi sepeda motor)

#### Contoh komponen-komponen karburator tipe CV

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. Top cover                 | 15. Pilot mixture screw (UK type-adjustable)     |
| 2. Spring                    | 16. Pilot mixture screw (US type-non-adjustable) |
| 3. Needle holder             | 17. Spring                                       |
| 4. Spring                    | 18. Washer                                       |
| 5. Needle                    | 19. O-ring                                       |
| 6. Washer                    | 20. Air cut-off valve cover                      |
| 7. Diaphragm/piston assembly | 21. Spring                                       |
| 8. Main jet                  | 22. Diaphragm                                    |
| 9. Needle jet                | 23. O-ring                                       |
| 10. Pilot jet                | 24. Choke plunger                                |
| 11. needle valve seat        | 25. Spring                                       |
| 12. Float needle valve       | 26. Plunger nut                                  |
| 13. Float                    |  |
| 14. Float pivot pin          |  |



Gambar 12. Bagian-bagian karburator tipe CV  
(Sumber gambar: Service dan teknik reparasi sepeda motor)

Setiap karburator, yang sederhana sekalipun terdiri dari komponen-komponen utama berikut ini:

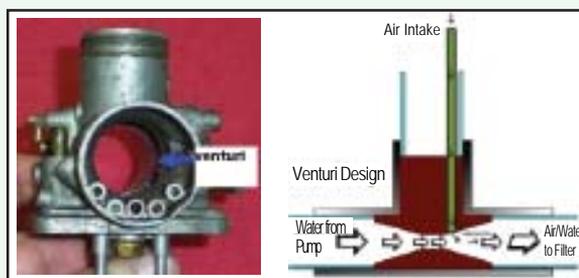
- 1) Sebuah tabung berbentuk silinder, berfungsi sebagai tempat terjadinya campuran udara dan bahan bakar.
- 2) Percik utama (*main nozzle*), berfungsi sebagai pemancar utama yang mengabutkan bahan bakar. Tinggi ujung percik utama hampir sama tinggi dengan permukaan bahan bakar di dalam bak pelampung. *Main nozzle* biasanya terdapat pada karburator tipe *venturi* tetap seperti terlihat pada gambar berikut ini:



Gambar 13. Bagian-bagian main nozzle  
(Sumber gambar korekmesin.wordpress.com)

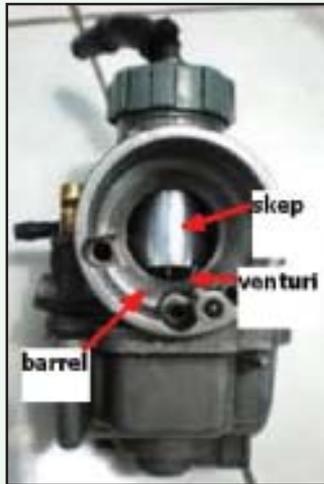
Sedangkan pada karburator tipe slide (*variable venturi*) maupun tipe kecepatan konstan (CV), peran *main nozzle* digantikan oleh *needle jet*. *Needle jet* mengontrol pencampuran bahan bakar dan udara yang dialirkan dari celah diantara *needle jet* dan *jet needle* (jarum pengabut) tersebut.

- 3) *Venturi* yaitu bagian yang sempit di dalam tabung karburator berfungsi untuk mempertinggi kecepatan aliran udara. Sesuai dengan tipe karburator yang ada pada sepeda motor, diameter venturi akan selalu tetap untuk tipe karburator *venturi* tetap dan diameter *venturi* akan berubah-ubah untuk tipe karburator *variable venturi*.



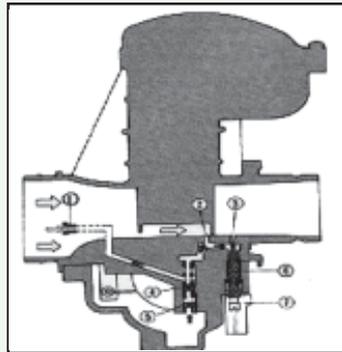
Gambar 14. Variabel venturi dan venturi tetap  
(Sumber gambar leisure.prior-it.co.uk)

- 4) Katup *throttle* (*throttle valve* atau *throttle butterfly*), berfungsi untuk mengatur besar-kecilnya pembukaan tabung karburator (mengatur banyaknya campuran udara dan bahan bakar). Katup *throttle* terdapat pada karburator tipe *venturi* tetap dan karburator tipe kecepatan konstan (CV).



Gambar 15. Skep/throttle valve

- 5) Wadah (ruang) bahan bakar dilengkapi dengan pelampung (*float chamber*), berfungsi untuk mengatur agar tinggi permukaan bahan bakar selalu tetap. Bahan bakar masuk ke dalam ruang pelampung melalui sebuah katup jarum (*needle valve*). Katup jarum tersebut akan membuka dan menutup aliran bahan bakar yang masuk ke ruang pelampung melalui pergerakan turun-naik pelampung (*float*).
- 6) Spuyer utama (*main jet*), berfungsi untuk mengontrol aliran bahan bakar pada *main system* (sistem utama) pada putaran menengah dan tinggi.
- 7) *Pilot jet*, berfungsi sebagai pengontrol aliran bahan bakar pada bagian pilot system pada putaran rendah dan menengah.
- 8) *Jet needle* (jarum pengabut), berfungsi untuk mengontrol jumlah aliran bahan bakar dan udara melalui bentuk ketirusan *jet needle*. *Jet needle* umumnya terdapat pada karburator tipe *variable venturi* dan kecepatan konstan (CV).
- 9) *Pilot air jet*, berfungsi untuk mengontrol jumlah aliran udara pada pilot system pada putaran idle/langsam ke putaran rendah. Ilustrasi penempatan pilot air jet seperti terlihat pada karburator tipe *variable venturi* berikut ini:



Gambar 16. Pilot air jet (1) pada karburator tipe variable venturi

- 10) Diafragma dan pegas, bekerja berdasarkan perbedaan tekanan diantara tekanan udara luar dan tekanan negatif lubang untuk mengontrol jumlah pemasukan udara. Diafragma dan pegas (*spring*) biasanya terdapat pada karbuartor tipe CV.
- 11) *Main air jet*, berfungsi mengontrol udara pada percampuran bahan bakar dan udara pada putaran menengah dan tinggi. Kemudian juga mengontrol udara yang menuju ke *needle jet* sehingga mudah tercampur dengan bahan bakar yang berasal dari *main jet*.
- 12) *Pilot screw*, berfungsi mengontrol sejumlah campuran udara dan bahan bakar yang keluar pada *pilot outlet*.

### E. Cara Kerja Karburator

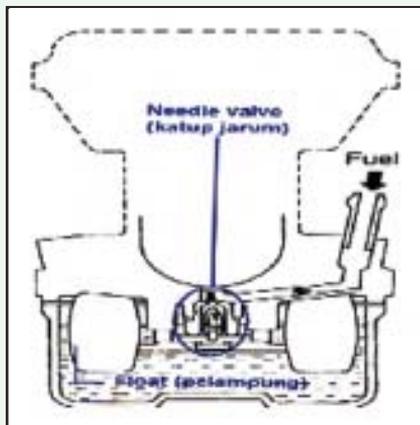
Sebuah karburator terdiri dari banyak komponen yang fungsinya satu sama lain berbeda. Untuk *engine* yang sederhana dipakai karburator yang sederhana, sedangkan umumnya *engine* yang tergolong moderen mempunyai karburator yang lebih rumit. Yang dimaksud dengan *engine* yang sederhana di sini ialah *engine* yang tidak memerlukan bermacam-macam kecepatan dan beban yang berubah.

Untuk dapat memenuhi bermacam-macam kebutuhan beban dan kecepatan maka karburator dilengkapi dengan beberapa sistem. Makin sederhana sebuah karburator, makin sedikit sistem yang dimilikinya. Biasanya sangat sukar untuk dapat memahami cara kerja sebuah karburator yang kompleks. Metode yang sederhana dan yang sampai sekarang masih dianggap paling mudah ialah dengan mempelajari masing-masing sistem. Dengan demikian karburator yang sederhana sampai karburator yang kompleks dengan mudah dapat dimengerti.

Memang banyak sekali jenis karburator dengan bentuk yang berbeda-beda. Sebelum mempelajari masing-masing sistem terlebih dahulu ditentukan sistem apa yang ada pada karburator tersebut. Sedangkan setiap jenis sistem pada umumnya mempunyai proses yang sama untuk semua jenis karburator. Beberapa sistem dalam karburator :

1. Sistem Pelampung (*Float System*).

Sistem ini cukup penting karena ia mengontrol tinggi permukaan bahan bakar di dalam bak pelampung. Jika permukaan bahan bakar di dalam bak pelampung terlalu rendah atau tinggi, maka sistem yang lain tidak akan bekerja dengan baik. Pelampung (*float*) pada karburator sepeda motor terdiri dari dua tipe yaitu *single type* (satu buah pelampung) dan *double type* (dua buah pelampung). Sebagian bentuk dari pelampung ada yang berbentuk bulat dan ada yang berbentuk segi empat. Pelampung terbuat dari bahan tembaga dan *synthetic resin*.



Gambar 17. Sistem pelampung menjaga level/ketinggian bahan bakar selalu tetap dalam ruang bahan bakar dalam sistem pelampung  
(Sumber gambar: Service dan teknik reparasi sepeda motor)

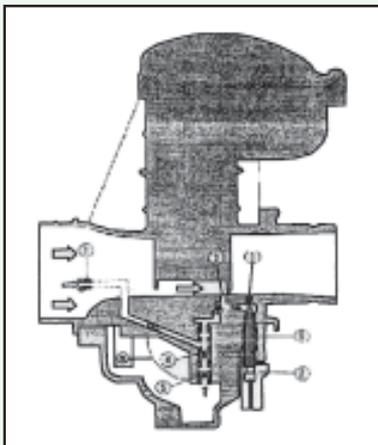
Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa bahan bakar masuk melalui katup masuk. Pembukaan dan penutupan katupnya diatur oleh sebuah jarum (*needle valve*). Jika pelampung turun, bahan bakar mengalir ke dalam ruang pelampung (*float chamber*). Jika bahan bakar sudah terisi dalam jumlah yang mencukupi, pelampung terangkat keatas dan menekan *needle valve* pada rumahnya sehingga aliran bahan bakar tertutup (terhenti). *Needle valve* dilengkapi dengan *damp spring* (pegas), yang bertujuan

untuk mencegah *needle valve* terbuka dan tertutup oleh gerakan naik turun pelampung yang disebabkan oleh gerakan dari sepeda motor, sekaligus menjaga permukaan bahan bakar tetap.

## 2. Sistem Kecepatan Rendah (*Pilot System*).

Sistem kecepatan rendah ini mencakup keadaan aliran bahan bakar ketika *engine* dihidupkan pada putaran *idle*/lambat. Pada waktu *engine* baru dihidupkan, dibutuhkan campuran bahan bakar dan udara yang gemuk (campuran bahan bakar lebih banyak). *Throttle* diatur dalam keadaan tertutup sehingga jumlah udara yang masuk sedikit. Udara masuk melalui celah pada ujung *choke* atau lebih tepatnya melalui pengontrolan dari pilot air jet. Bahan bakar hanya masuk melalui ujung sekrup penyetel stasioner (*pilot screw*). Prinsip kerja sistem kecepatan rendah pada setiap tipe karburator sama, yaitu dengan memanfaatkan kevakuman yang terjadi di bawah katup *throttle*.

## 3. Cara Kerja Sistem Kecepatan Rendah Karburator Tipe Variable Venturi.



KET :

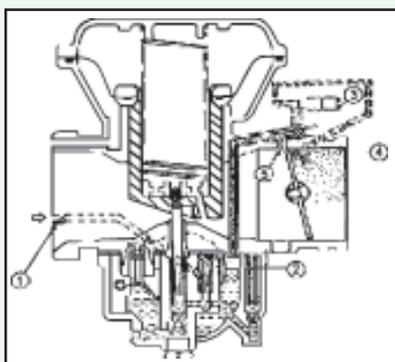
1. Pilot air Jet
2. Air bypass outlet
3. Pilot outlet
4. Secondary pilot jet
5. Primary pilot jet
6. Pilot screw
7. Limiter cup

Gambar 18. Sistem kecepatan rendah pada sistem karburator tipe variable venturi  
(Sumber gambar: Service dan teknik reparasi sepeda motor)

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa bila katup *throttle* masih menutup pada putaran *idle*, maka aliran udara hanya dapat mengalir melalui *pilot air jet* (1) menuju *pilot outlet* (3). Bahan bakar dari ruang pelampung masuk melalui *primary pilot jet* (5) dan akan mulai bercampur dengan udara di dalam *secondary pilot jet* (4).

Campuran udara dan bahan bakar selanjutnya akan keluar melalui *pilot outlet* menuju ruang bakar melewati *intake manifold*. *Pilot screw* (6) berfungsi untuk mengatur jumlah campuran yang diinginkan. Jika katup *throttle* dibuka sedikit, maka jumlah udara akan bertambah karena disamping melewati *pilot air jet*, udara juga mengalir melalui *air bypass outlet* (2). Dengan bertambahnya jumlah udara maka bahan bakar yang terhisap juga akan bertambah. Sehingga jumlah campuran udara dan bahan bakar yang dialirkan ke ruang bakar semakin banyak. Dengan demikian putaran *engine* akan naik seiring dengan bertambahnya jumlah campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar.

4. Cara Kerja Sistem Kecepatan Rendah Karburator Tipe Kecepatan Konstan.



KET :

1. Pilot air jet
2. Pilot jet
3. Pilot screw
4. Pilot outlet ports
5. Pilot bypass ports

Gambar 19. Sistem kecepatan rendah pada karburator tipe konstan  
(Sumber gambar: Service dan teknik reparasi sepeda motor)

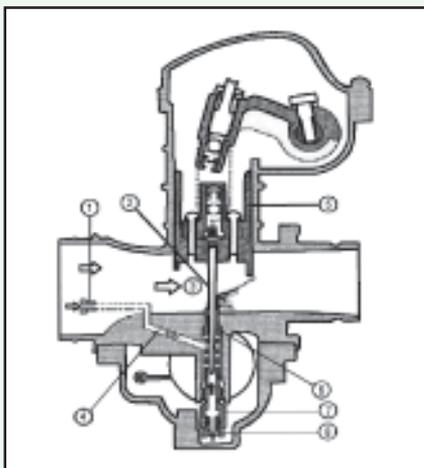
Berdasarkan gambar di atas, bila katup *throttle* masih menutup pada putaran *idle*, aliran udara hanya dapat mengalir melalui *pilot air jet* (1), kemudian menuju *pilot outlet* (4). Bahan bakar dari ruang pelampung masuk melalui *primary pilot jet* dan akan mulai bercampur dengan udara di dalam *pilot jet* (4). Kevakuman yang tinggi tersebut menyebabkan campuran bahan bakar dan udara terhisap melalui lubang *pilot/idle* (5). Bila *engine* sudah hidup dan *throttle* sudah dibuka sedikit, maka campuran bahan bakar dan udara akan mengalir melalui lubang no. 4 dan no. 5. Dengan demikian putaran *engine* akan naik seiring dengan bertambahnya jumlah campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar. Perlengkapan yang dapat menambah banyaknya bahan bakar adalah saluran kecepatan yang jumlahnya dua, tiga, dan kadang-kadang empat.

5. Sistem Kecepatan Utama/Tinggi.

Bila katup gas/katup *throttle* dibuka  $\frac{3}{4}$  sampai dibuka penuh, maka aliran udara sudah cukup kuat untuk menarik udara dari *main jet*, dan bahan bakar seluruhnya hanya melalui *main jet*. Pada karburator tipe *variable venturi* dan tipe kecepatan konstan (CV), ujung *tirus needle* (jarum) akan membuka *main jet* sehingga pengontrolan aliran campuran bahan bakar dan udara saat itu melewati *main jet*. Pada karburator tipe venturi tetap, tidak terdapat *needle* seperti pada karburator tipe *variable* dan tipe CV. Oleh karena itu, sistem kecepatan utamanya bisa terdapat dua atau lebih. Kecepatan utama tersebut sering diistilahkan dengan kecepatan utama *primer* (*primary high speed system*) dan kecepatan utama *sekunder* (*secondary high speed system*). Sistem kecepatan utama primer bekerja pada saat sepeda motor berjalan pada kecepatan sedang (menengah) dan tinggi. Sistem ini umumnya bekerja ketika *engine* bekerja pada beban ringan dan jumlah udara yang masuk masih sedikit.

Bila suplai campuran udara dan bahan bakar ke dalam silinder (ruang bakar) oleh sistem kecepatan utama primer tidak cukup, maka sistem kecepatan utama sekunder pada saat ini mulai bekerja membantu sistem kecepatan utama primer.

6. Cara Kerja Sistem Kecepatan Utama Karburator Tipe *Variable Venturi*.

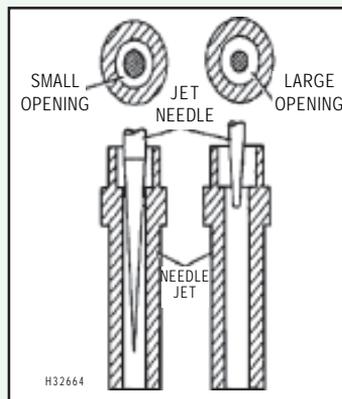


KET :

1. Main air jet (saluran udara utama)
2. Jet needle (jarum pengabut)
3. Venturi
4. Saluran udara
5. Throttle slide
6. Needle jet
7. Air blade pipe
8. Main jet (pengabut utama)

Gambar 20. Sistem kecepatan utama pada karburator  
(Sumber gambar: Service dan teknik reparasi sepeda motor)

Berdasarkan gambar di atas bahwa butiran bahan bakar yang sudah tercampur dengan udara akan keluar dari saluran *needle jet* jika *throttle slide*/piston ditarik ke atas oleh kawat gas. Udara langsung mengalir melalui *venturi* (3), ada sebagian kecil udara juga mengalir melalui *main air jet* (1). Tujuan utama udara mengalir melalui main air jet adalah agar bahan bakar yang keluar dari *main jet* (8) terpecah menjadi butiran-butiran kecil sebelum dikeluarkan melalui *needle jet* (6). Dengan berbentuk butiran-butiran tersebut, maka proses atomisasi pada ujung *needle jet* akan menjadi lebih baik saat ada udara tambahan dari *venturi*. Atomisasi yang sempurna akan membuat proses pembakaran menjadi lebih baik. Ujung *jet needle* (jarum) yang runcing membuat saluran yang keluar dari *needle jet* (6) lebih terbuka lebar jika (2) tersebut semakin ditarik ke atas oleh piston (5).



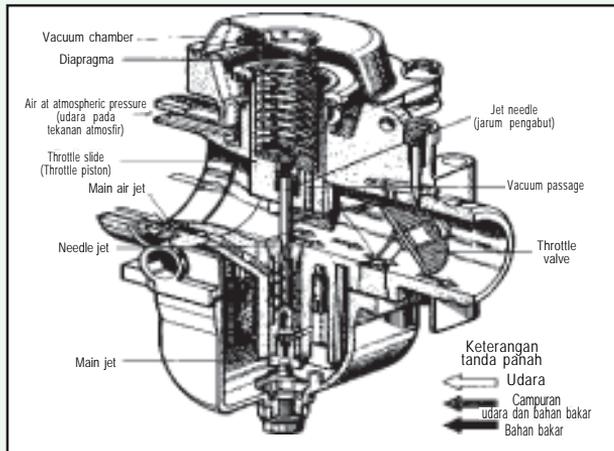
Gambar 21. Posisi jet needle (jarum) pada needle jet  
(Sumber gambar: Service dan teknik reparasi sepeda motor)

Pada gambar diatas diperlihatkan bahwa jika *jet needle* lebih tinggi diangkat maka lubang *needle jet* akan semakin terbuka, sehingga memungkinkan butiran bahan bakar yang keluar lebih banyak.

7. Cara Kerja Sistem Kecepatan Utama Karburator Tipe Kecepatan Konstan.

Bahan bakar pada sistem kecepatan utama diukur pada *main jet* dan dikontrol dengan perbedaan diameter yang ada pada *jet needle*, yang digerakkan oleh *throttle slide* (*throttle piston*). Naik turunnya *throttle piston* ini dikarenakan tekanan negatif (vakum) pada diafragma. Sejumlah udara dikontrol secara otomatis oleh

luas area pada bagian *venturi*. Pada karburator tipe *variable venturi* dan tipe CV, diameter *venturi* akan berubah-ubah sesuai dengan pergerakan *throttle piston*. Sebagian kecil udara juga mengalir dan diukur pada *main air jet*. Ilustrasi aliran udara, bahan bakar dan sekaligus campuran antara udara bahan bakar pada karburator tipe CV dapat dilihat pada gambar potongan di bawah ini:



Gambar 22. Aliran bahan bakar dan udara utama pada karburator tipe kecepatan konstan  
(Sumber gambar: Service dan teknik reparasi sepeda motor)

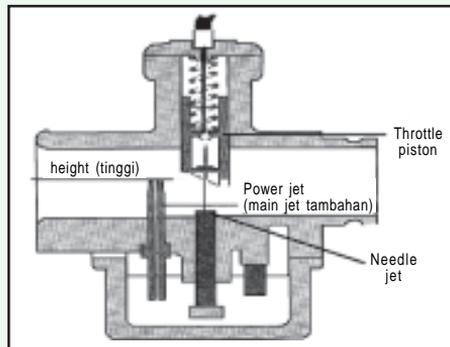
Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa jika katup gas (*throttle valve*) terbuka penuh, maka kecepatan aliran udara pada lubang masuk akan bertambah besar (*maksimum*). *Throttle piston* akan terangkat sehingga akan menambah luas area pada bagian *venturi* sehingga menambah udara pada posisi maksimum. Pada saat bersamaan perbedaan diameter dalam *needle jet* dan jet needle akan semakin besar. Jet needle terangkat makin jauh ke atas seiring naiknya throttle piston sehingga posisi diameter ujung *jet needle* pada *needle jet* semakin kecil karena semakin tirus.

Bahan bakar dari ruang pelampung masuk melalui *main jet* dan bercampur dengan udara yang berasal dari *main air jet* di dalam saluran *needle jet*. Bahan bakar yang telah tercampur dengan udara tersebut selanjutnya akan berbentuk butiran-butiran kecil. Dengan berbentuk butiran-butiran tersebut, maka proses atomisasi pada ujung *needle jet* akan menjadi lebih baik saat udara tambahan dari *venturi*. Atomisasi yang sempurna akan membuat

proses pembakaran menjadi lebih baik. Pada sistem kecepatan utama ini, pengontrolan bahan bakar dilakukan oleh *main jet*.

8. Sistem Beban Penuh (sistem tenaga).

Waktu *engine* pada putaran tinggi, campuran bahan bakar dan udara diatur sedikit agak kurus, karena *engine* berputar dengan beban ringan. Dikatakan juga dengan istilah kecepatan ekonomis. Ketika *engine* berputar dengan beban penuh, diperlukan campuran yang gemuk. Salah satu cara yang dipergunakan pada karburator tipe variable *venturi* yaitu dengan memasang *main jet* tambahan dalam pipa yang berasal dari ruang pelampung, tetapi penempatan pipa tersebut sedikit lebih tinggi dibandingkan ujung dari *throttle slide/piston*.



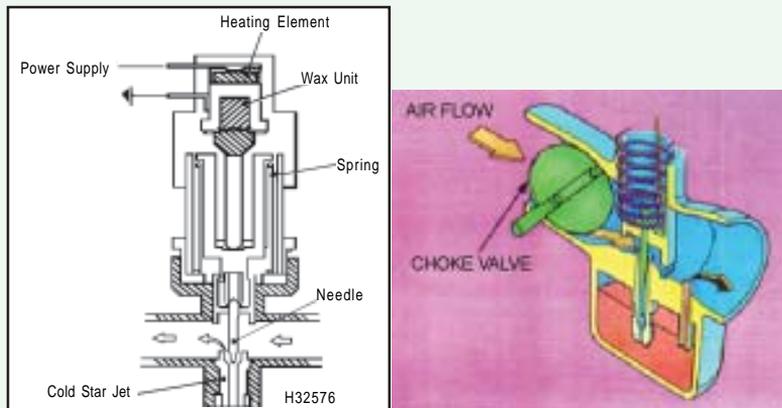
Gambar 23. Posisi power jet untuk sistem tenaga pada karburator tipe variable venturi  
(Sumber gambar: Service dan teknik reparasi sepeda motor)

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa bila pembukaan throttle piston masih sekitar setengah karena putaran *engine* belum terlalu tinggi dan *engine* beropansi/bekerja pada beban ringan, maka aliran campuran udara dan bahan bakar hanya melalui *needle jet*. Tetapi bila pembukaan *throttle piston* lebih naik lagi sampai melewati ketinggian dari *power jet*, maka aliran campuran udara dan bahan bakar disamping melalui *needle jet*, juga melalui *power jet*. Pada kondisi ini engine bekerja pada putaran yang lebih tinggi lagi atau jalan menanjak sehingga diperlukan tambahan pasokan bahan bakar untuk menambah tenaga *engine* tersebut.

9. Sistem *Choke*.

Sistem *choke* (cuk) berfungsi untuk menambah perbandingan bahan bakar dengan udara (bahan bakar diperbanyak) dalam karburator. Cara pengoperasian sistem cuk ada yang manual dan

ada juga yang secara otomatis. Kebanyakan karburator tipe baru menggunakan sistem cuk otomatis.



Gambar 24. Kontruksi sistem choke otomatis dan choke manual

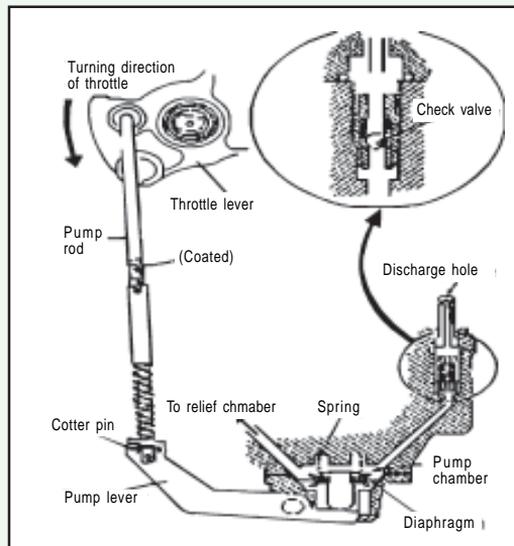
Salah satu cara kerja sistem cuk otomatis adalah seperti terlihat pada gambar di atas. *Wax unit* (bimetal) akan mengkerut penuh jika kondisi engine dingin sehingga *needle* (jarum) akan tertarik ke atas. Hal ini akan membuat sejumlah bahan bakar keluar dari *cold start jet* (pengabut kondisi dingin). Bahan bakar tersebut kemudian bercampur dengan campuran udara dan bahan bakar yang keluar dari saluran yang digunakan pada kondisi normal, sehingga menghasilkan campuran gemuk/kaya.

Ketika *engine* mulai panas, *wax* (bimetal) dalam sistem cuk yang dialiri arus tersebut, akan mulai panas dan mengembang. Dengan mengembangnya *wax* tadi akan mendorong (membuat) *needle* secara perlahan turun. Penurunan *needle* tersebut akan mengurangi bahan bakar yang keluar dari *cold start jet*, sehingga lama kelamaan akan membuat campuran semakin kurus. Jika engine sudah berada pada suhu kerja normalnya, maka *needle* akan menutup *cold start jet* sehingga sistem cuk tidak bekerja lagi.

#### 10. Sistem Percepatan.

Pada waktu *engine* mengalami percepatan (*engine* di gas dengan tiba-tiba), *throttle valve* (untuk karburator tipe *venturi* tetap maupun tipe CV) atau *throttle piston* atau *skep* (untuk karburator tipe *variable venturi*) akan membuka secara tiba-tiba pula, sehingga aliran udara menjadi lebih cepat. Akan tetapi karena bahan bakar lebih berat dibanding udara, maka bahan bakar akan datang terlambat masuk ke dalam *intake manifold*.

Akibatnya campuran tiba-tiba menjadi kurus sedangkan *engine* berputar dengan tambahan beban untuk keperluan percepatan tersebut. Untuk mendapatkan campuran yang gemuk, maka pada waktu percepatan, karburator dilengkapi dengan "pompa percepatan." Pompa ini dihubungkan dengan pedal gas (*throttle*) sehingga jika *throttle* dibuka dengan tiba-tiba maka plunyer pompa menekan bahan bakar yang dibawahnya. Dengan demikian jumlah bahan bakar yang keluar melalui pengabut utama (*main jet*) akan lebih banyak.



Gambar 25. Kontruksi sistem percepatan  
(Sumber gambar: Service dan teknik reparasi sepeda motor)

Setelah ditekan, *pump lever* akan kembali ke posisi semula dengan adanya dorongan pegas di atas diafragma. Pergerakan diafragma ke bawah membuat *pump chamber* membesar lagi. Desain *valve* yang ada di *pump chamber* dibuat berlawanan arah antara katup masuk dan katup buang. Saat diafragma ke bawah, katup masuk terbuka-katup buang menutup, membuat bahan bakar kembali masuk ke *pump chamber* dan sistem percepatan siap untuk dipakai kembali.

### **BAB III**

## **SISTEM BAHAN BAKAR INJEKSI**

### **(ELECTRONIC FUEL INJECTION/EFI)**

#### **A. Perkembangan Sistem Bahan Bakar Injeksi**

Sistem bahan bakar tipe injeksi merupakan langkah inovasi yang sedang dikembangkan untuk diterapkan pada sepeda motor. Tipe injeksi sebenarnya sudah mulai diterapkan pada sepeda motor dalam jumlah terbatas pada tahun 1980-an, dimulai dari sistem injeksi mekanis kemudian berkembang menjadi sistem injeksi elektronis. Sistem injeksi mekanis disebut juga sistem injeksi kontinyu (K-Jetronic) karena injektor menyemprotkan secara terus menerus ke setiap saluran masuk (*intake manifold*). Sedangkan sistem injeksi elektronis atau yang lebih dikenal dengan *Electronic Fuel Injection* (EFI), volume dan waktu penyemprotannya dilakukan secara elektronik. Sistem EFI kadang disebut juga dengan EGI (*Electronic Gasoline Injection*), EPI (*Electronic Petrol Injection*), PGM-FI (*Programmed Fuel Injection*) dan *Engine Management*.

Penggunaan sistem bahan bakar injeksi pada sepeda motor komersil di Indonesia sudah mulai dikembangkan dan diproduksi oleh Astra Honda Motor pada unit Supra X 125. Istilah sistem EFI pada Honda adalah PGM-FI (*Programmed Fuel Injection*) atau sistem bahan bakar yang telah terprogram. Secara umum, penggantian sistem bahan bakar konvensional ke sistem EFI dimaksudkan agar dapat meningkatkan *performance engine*, akslerasi yang lebih stabil pada setiap putaran engine, pemakaian bahan bakar yang ekonomis (irit), dan menghasilkan kandungan racun (emisi) gas buang yang lebih sedikit sehingga bisa lebih ramah terhadap lingkungan. Selain itu, kelebihan dari *engine* dengan bahan bakar tipe injeksi ini adalah lebih mudah dihidupkan pada saat dingin, serta tidak terpengaruh pada temperatur di lingkungannya.

#### **B. Prinsip Kerja Sistem EFI**

Istilah sistem injeksi bahan bakar merupakan suatu sistem penyaluran bahan bakar dengan menggunakan pompa pada tekanan tertentu untuk mencampurnya dengan udara yang masuk ke ruang bakar. Sistem EFI dengan *engine* berbahan bakar bensin, pada umumnya proses penginjeksian bahan bakar terjadi di bagian ujung *intake manifold* sebelum *intake valve* (katup masuk). Pada saat *intake valve* terbuka,

yaitu pada langkah hisap, udara yang masuk ke ruang bakar sudah bercampur dengan bahan bakar.

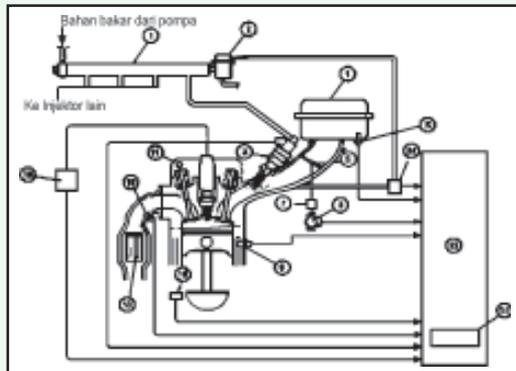
Secara ideal, sistem EFI harus dapat mensuplai sejumlah bahan bakar yang disemprotkan agar dapat bercampur dengan udara dalam perbandingan campuran yang tepat sesuai kondisi putaran dan beban *engine*, kondisi suhu kerja *engine* dan suhu atmosfer sekitar. Sistem EFI harus dapat mensuplai jumlah bahan bakar yang bervariasi, agar perubahan kondisi operasi kerja *engine* tersebut dapat dicapai dengan unjuk kerja *engine* yang tetap optimal.

### C. Konstruksi Dasar Sistem EFI

Secara umum, konstruksi sistem EFI dapat dibagi menjadi tiga bagian/ sistem utama, yaitu:

1. sistem bahan bakar (*fuel system*).
2. sistem kontrol elektronik (*electronic control system*).
3. sistem induksi/pemasukan udara (*air induction system*).

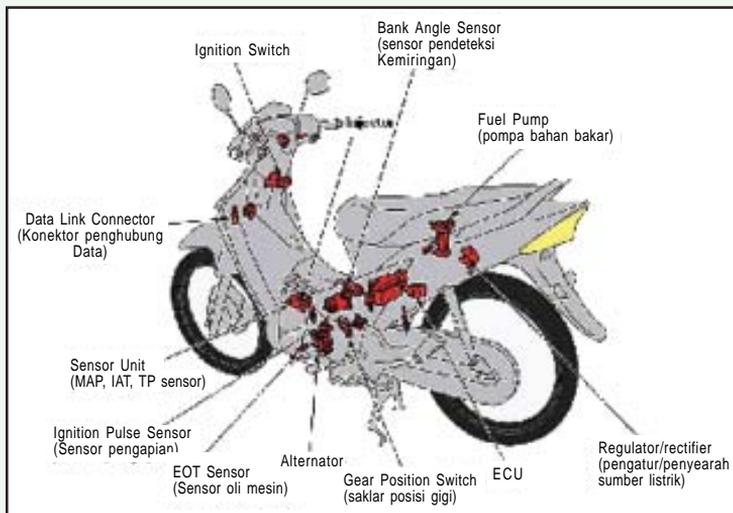
Jumlah komponen-komponen yang terdapat pada sistem EFI bisa berbeda pada setiap jenis sepeda motor. Semakin lengkap komponen sistem EFI yang digunakan, kerja sistem EFI akan lebih baik. Dengan semakin lengkapnya komponen-komponen sistem EFI (sensor-sensor), maka pengaturan koreksi yang diperlukan untuk mengatur perbandingan bahan bakar dan udara yang sesuai dengan kondisi kerja *engine* akan semakin sempurna. Gambar di bawah ini memperlihatkan contoh skema rangkaian sistem EFI pada Yamaha GTS1000 dan penempatan komponen sistem EFI pada Honda Supra X 125.



Gambar 26. Skema Rangkaian Sistem EFI Pada Yamaha GTS1000  
(Sumber gambar: Manual Book Yamaha GTS 1000)

Keterangan gambar :

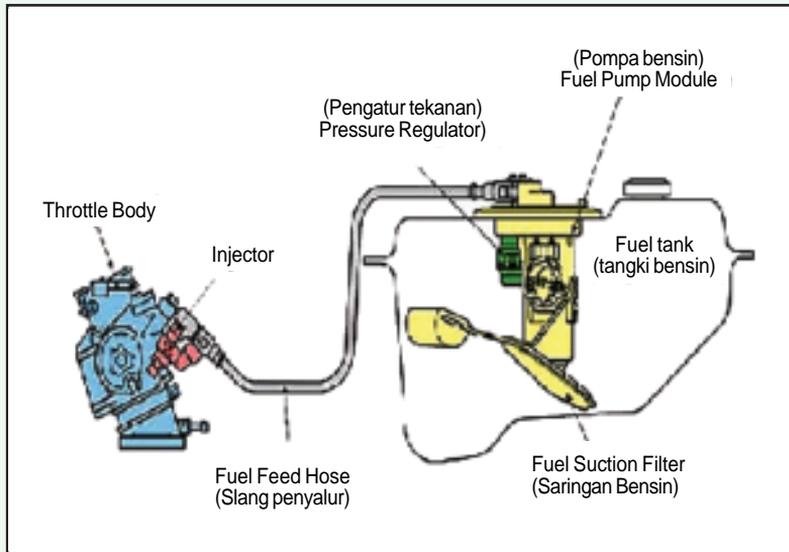
1. Fuel rail/delivery pipe (pipa pembagi)
2. Pressure regulator (pengatur tekanan)
3. Injector (nozél penyemprot bahan bakar)
4. Air box (saringan udara)
5. Air temperature sensor (sensor suhu udara)
6. Throttle body butterfly (katup throttle)
7. Fast idle system
8. Throttle position sensor (sensor posisi throttle)
9. Engine/coolant temperature sensor (sensor suhu air pendingin)
10. Crankshaft position sensor (sensor posisi poros engkol)
11. Camshaft position sensor (sensor posisi poros nok)
12. Oxygen (lambda) sensor
13. Catalytic converter
14. Intake air pressure sensor (sensor tekanan udara masuk)
15. ECU (Electronic control unit)
16. Ignition coil (koil pengapian)
17. Atmospheric pressure sensor (sensor tekanan udara atmosfer)



Gambar 27. Penempatan Komponen Sistem EFI Honda Supra X 125.  
(Sumber gambar Tmcblog.com)

## 1. Sistem Bahan Bakar (*Fuel System*).

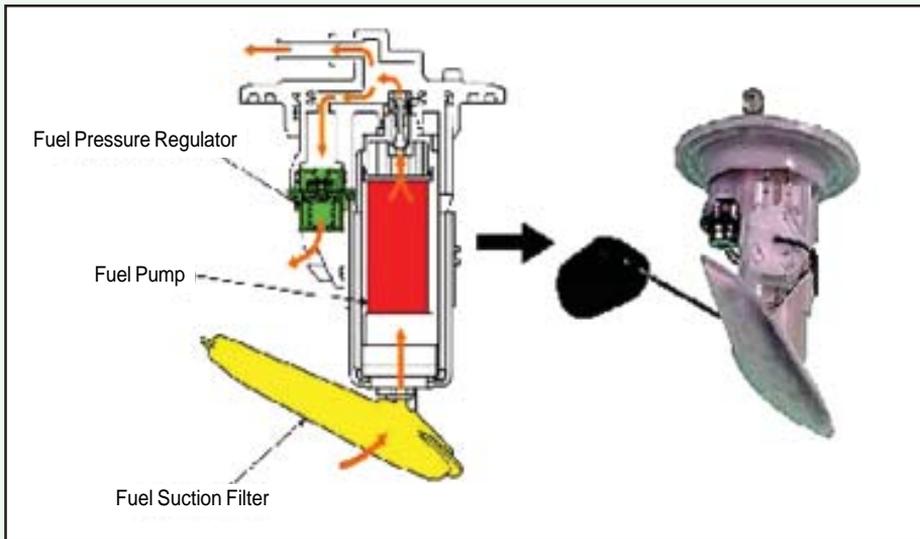
Komponen-komponen yang digunakan untuk menyalurkan bahan bakar ke *engine* terdiri dari tangki bahan bakar (*fuel pump*), pompa bahan bakar (*fuel pump*), saringan bahan bakar (*fuel filter*), pipa/slang penyalur (pembagi), pengatur tekanan bahan bakar (*fuel pressure regulator*), dan injektor/penyemprot bahan bakar. Sistem bahan bakar ini berfungsi untuk menyimpan, membersihkan, menyalurkan dan menyemprotkan/menginjeksikan bahan bakar.



Gambar 28. Komponen EFI Honda Supra X 125  
(Sumber gambar Harymulyadi.wordpress.com)

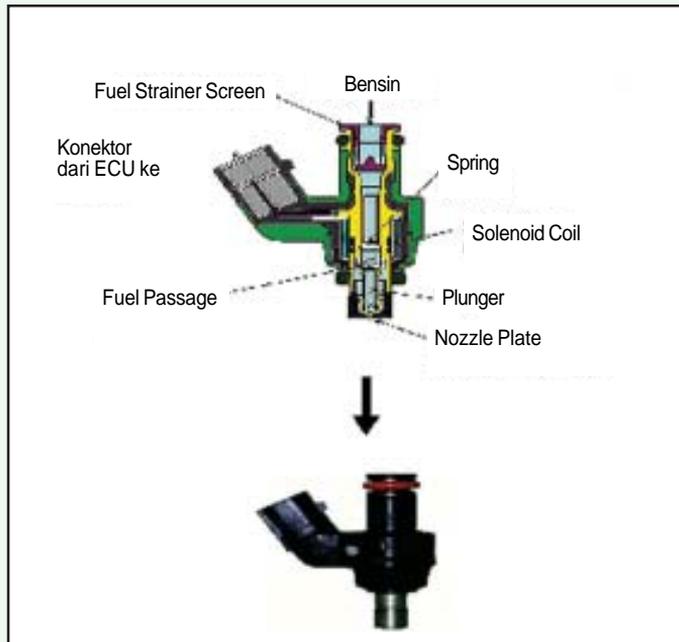
Adapun fungsi masing-masing komponen pada sistem bahan bakar tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) *Fuel suction filter*: menyaring kotoran agar tidak terisap pompa bahan bakar.
- 2) *Fuel pump module*: memompa dan mengalirkan bahan bakar dari tangki bahan bakar ke injektor. Penyaluran bahan bakarnya harus lebih banyak dibandingkan dengan kebutuhan *engine* supaya tekanan dalam sistem bahan bakar bisa dipertahankan setiap waktu walaupun kondisi engine berubah-ubah.



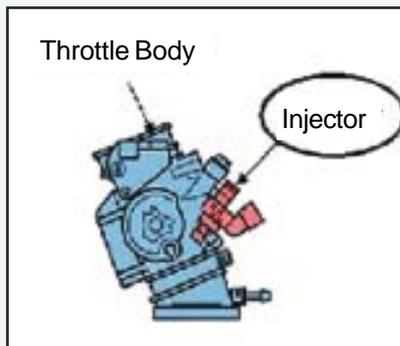
Gambar 29. Konstruksi Fuel Pump Module  
(Sumber gambar Harymulyadi.wordpress.com)

- 3) *Fuel pressure regulator*; mengatur tekanan bahan bakar di dalam sistem aliran bahan bakar agar tetap/konstan. Contohnya pada Honda Supra X 125 PGM-FI tekanan dipertahankan pada 294 kPa (3,0 kgf/cm<sup>2</sup>, 43 psi). Bila bahan bakar yang dipompa menuju injektor terlalu besar (tekanan bahan bakar melebihi 294 kPa (3,0 kgf/cm<sup>2</sup>, 43 psi)) *pressure regulator* mengembalikan bahan bakar ke dalam tangki.
- 4) *Fuel feed hose*; slang untuk mengalirkan bahan bakar dari tangki menuju injektor. Slang dirancang harus tahan tekanan bahan bakar akibat dipompa dengan tekanan minimal sebesar tekanan yang dihasilkan oleh pompa.
- 5) *Fuel Injector*; menyembrotkan bahan bakar ke saluran masuk (*intake manifold*) sebelum, biasanya sebelum katup masuk, namun ada juga yang ke throttle body. Volume penyemprotan disesuaikan oleh waktu pembukaan nozel/injektor. Lama dan banyaknya penyemprotan diatur oleh ECM (*Electronic/Engine Control Module*) atau ECU (*Electronic Control Unit*).



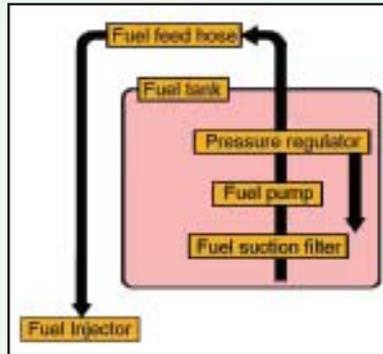
Gambar 30. Konstruksi Injektor  
 (Sumber gambar: Buku pedoman reparasi Honda PGM-FI Supra X 125)

Terjadinya penyemprotan pada injektor adalah pada saat ECU memberikan tegangan listrik ke *solenoid coil injector*. Dengan pemberian tegangan listrik tersebut *solenoid coil* akan menjadi magnet sehingga mampu menarik *plunger* dan mengangkat *needle valve* (katup jarum) dari dudukannya, sehingga saluran bahan bakar yang sudah bertekanan akan memancar keluar dari injektor.



Gambar 31. Penempatan Injektor Pada Throttle Body

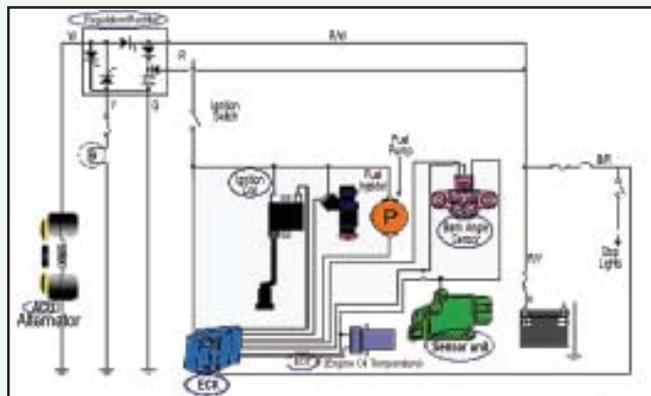
Skema aliran sistem bahan bakar pada sistem EFI adalah sebagai berikut:



Gambar 32. Skema Aliran Sistem Bahan Bakar EFI  
(Sumber gambar Harymulyadi.wordpress.com)

## 2. Sistem Kontrol Elektronik

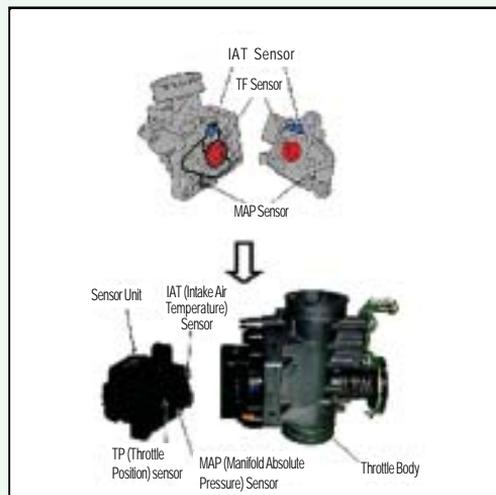
Komponen sistem kontrol elektronik terdiri dari beberapa sensor (pengindera), seperti MAP (*Manifold Absolute Pressure*) sensor, TP (*Throttle Position*) sensor, IAT (*Intake Air Temperature*) sensor, bank angle sensor, EOT (*Engine Oil Temperature*) sensor, dan sensor-sensor lainnya. Pada sistem ini juga terdapat ECU (*Electronic Control Unit*) atau ECM dan komponen komponen tambahan seperti alternator (magnet) dan regulator/rectifier yang mensuplai dan mengatur tegangan listrik ke ECU, baterai dan komponen lain. Pada sistem ini juga terdapat DLC (*Data Link Connector*) yaitu semacam soket dihubungkan dengan *engine analyzer* untuk mencari sumber kerusakan komponen.



Gambar 33. Rangkaian Sistem Kontrol Elektronik Supra X 125  
(Sumber gambar: Buku pedoman reparasi Honda PGM-FI Supra X 125)

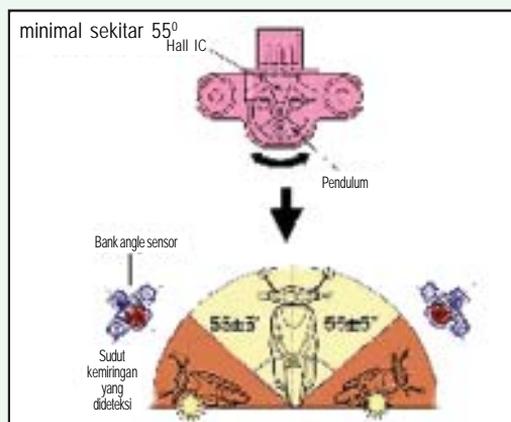
Secara garis besar fungsi dari masing-masing komponen sistem kontrol elektronik antara lain sebagai berikut;

- a. *ECU/ECM*; menerima dan menghitung seluruh informasi/data yang diterima dari masing-masing sinyal sensor yang ada dalam *engine*. Informasi yang diperoleh dari sensor antara lain berupa informasi tentang suhu udara, suhu oli engine, suhu air pendingin, tekanan atau jumlah udara masuk, posisi katup *throttle*/katup gas, putaran engine, posisi poros engkol, dan informasi yang lainnya. Pada umumnya sensor bekerja pada tegangan antara 0 volt sampai 5 volt. Selanjutnya *ECU/ECM* menggunakan informasi-informasi yang telah diolah tadi untuk menghitung dan menentukan saat (*timing*) dan lamanya injektor bekerja/ menyembrotkan bahan bakar dengan mengirimkan tegangan listrik ke *solenoid injector*. Pada beberapa *engine* yang sudah lebih sempurna, disamping mengontrol *injektor*, *ECU/ECM* juga bisa mengontrol sistem pengapian.
- b. *MAP (Manifold absolute pressure) sensor*; memberikan sinyal ke *ECU* berupa informasi (deteksi) tekanan udara yang masuk ke intake manifold. Selain tipe *MAP sensor*, pendeteksian udara yang masuk ke intake manifold bisa dalam bentuk jumlah maupun berat udara. Jika jumlah udara yang dideteksi, sensornya dinamakan *air flow meter*, sedangkan jika berat udara yang dideteksi, sensornya dinamakan *air mass sensor*.



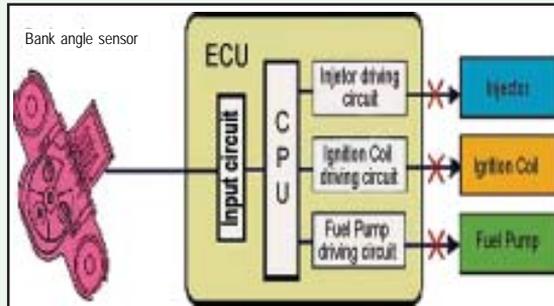
Gambar 34. Contoh Posisi Penempatan Sensor Yang Menyatu Dengan Throttle Body

- c. *IAT (Engine air temperature)* sensor; memberikan sinyal ke ECU berupa informasi (deteksi) tentang suhu udara yang masuk ke intake manifold. Tegangan referensi/suplai 5 Volt dari ECU selanjutnya akan berubah menjadi tegangan sinyal yang nilainya dipengaruhi oleh suhu udara masuk.
- d. *TP (Throttle Position)* sensor; memberikan sinyal ke ECU berupa informasi (deteksi) tentang posisi katup throttle/katup gas. Generasi yang lebih baru dari sensor ini tidak hanya terdiri dari kontak-kontak yang mendeteksi posisi idel/langsam dan posisi beban penuh, akan tetapi sudah merupakan potensiometer (*variable resistor*) dan dapat memberikan sinyal ke ECU pada setiap keadaan beban engine. Konstruksi generasiterakhir dari sensor posisi katup gas sudah full elektronis, karena yang menggerakkan katup gas adalah *elektroengine* yang dikendalikan oleh ECU tanpa kabel gas yang terhubung dengan pedal gas. Generasi terbaru ini memungkinkan pengontrolan emisi/gas buang lebih bersih karena pedal gas yang digerakkan hanyalah memberikan sinyal tegangan ke ECU dan pembukaan serta penutupan katup gas juga dilakukan oleh ECU secara elektronis.
- e. Engine oil temperature sensor; memberikan sinyal ke ECU berupa informasi (deteksi) tentang suhu oli *engine*.
- f. *Bank angle sensor*; merupakan sensor sudut kemiringan. Pada sepeda motor yang menggunakan sistem EFI biasanya dilengkapi dengan *bank angle sensor* yang bertujuan untuk pengaman saat kendaraan terjatuh dengan sudut kemiringan 55°



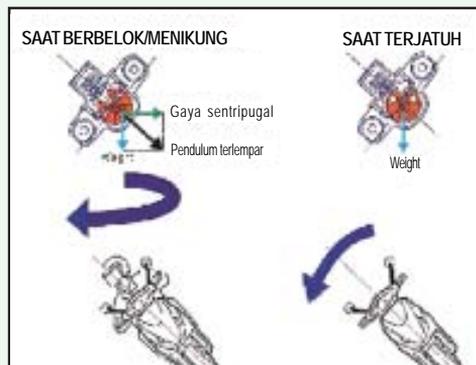
Gambar 35. Bank Angle Sensor dan Posisi Sudut Kemiringan Sepeda Motor

Sinyal atau informasi yang dikirim bank angle sensor ke ECU saat sepeda motor terjatuh dengan sudut kemiringan yang telah ditentukan akan membuat ECU memberikan perintah untuk mematikan (meng-OFF-kan) injektor, koil pengapian, dan pompa bahan bakar. Dengan demikian peluang terbakarnya sepeda motor jika ada bahan bakar yang tercecer atau tumpah akan kecil karena sistem pengapian dan sistem bahan bakar langsung dihentikan walaupun kunci kontak masih dalam posisi ON.



Gambar 36. Sinyal atau informasi bank angle sensor ke ECU

*Bank angle sensor* akan mendeteksi setiap sudut kemiringan sepeda motor. Jika sudut kemiringan masih di bawah limit yang ditentukan, maka informasi yang dikirim ke ECU tidak sampai membuat ECU meng-OFF-kan ketiga komponen di atas. Jika sepeda motor sedang dijalankan pada posisi menikung (walau kemiringannya melebihi 550), ECU tidak meng-OFF-kan ketiga komponen tersebut. Pada saat menikung terdapat gaya *centrifugal* yang membuat sudut kemiringan pendulum dalam *bank angle sensor* tidak sama dengan kemiringan sepeda motor.



Gambar 37. Posisi Bank Engle Sensor Saat Sepeda Motor Menikung dan Saat Terjatuh

Dengan demikian, walaupun sudut kemiringan sepeda motor sudah mencapai 550, tapi dalam kenyataannya sinyal yang dikirim ke ECU masih mengindikasikan bahwa sudut kemiringannya masih di bawah 550 sehingga ECU tidak meng-OFF-kan ketiga komponen tersebut. Selain sensor-sensor di atas masih terdapat sensor lainnya digunakan pada sistem EFI, seperti sensor posisi *camshaft/poros nok*, (*camshaft position sensor*) untuk mendeteksi posisi poros nok agar saat pengapiannya bisa diketahui, sensor posisi poros engkol (*crankshaft position sensor*) untuk mendeteksi putaran poros engkol, sensor air pendingin (*water temperature sensor*) untuk mendeteksi air pendingin di *engine* dan sensor lainnya. Namun demikian, pada sistem EFI sepeda motor yang masih sederhana, tidak semua sensor dipasang.

### 3. Sistem Induksi Udara.

Komponen yang termasuk ke dalam sistem ini antara lain, *air cleaner/air box* (saringan udara), *intake manifold*, dan *throttle body* (tempat katup gas). Sistem ini berfungsi untuk menyalurkan sejumlah udara yang diperlukan untuk pembakaran.



Gambar 38. Konstruksi Throttle Body

## D. Cara Kerja Sistem EFI

Sistem EFI atau PGM-FI (istilah pada Honda) dirancang agar bisa melakukan penyemprotan bahan bakar yang jumlah dan waktunya ditentukan berdasarkan informasi dari sensor-sensor. Pengaturan koreksi perbandingan bahan bakar dan udara sangat penting dilakukan agar *engine* bisa tetap beroperasi/bekerja dengan sempurna pada berbagai kondisi kerjanya. Oleh karena itu, keberadaan sensor-sensor yang memberikan informasi akurat tentang kondisi *engine* saat itu sangat menentukan unjuk kerja (*performance*) suatu *engine*.

Semakin lengkap sensor, maka pendeteksian kondisi *engine* dari berbagai karakter (suhu, tekanan, putaran, kandungan gas, getaran *engine* dan sebagainya) menjadi lebih baik. Informasi-informasi tersebut sangat bermanfaat bagi ECU untuk diolah guna memberikan perintah yang tepat kepada injektor, sistem pengapian, pompa bahan bakar dan sebagainya.

1. Saat Penginjeksian (*Injection Timing*) dan Lamanya Penginjeksian.

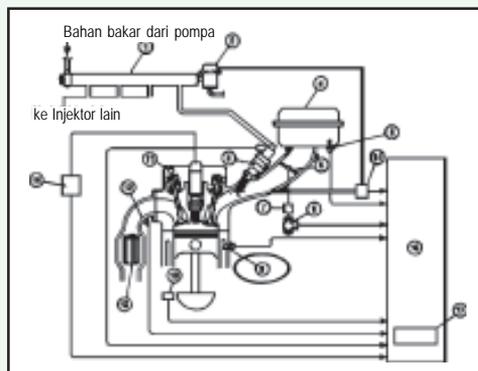
Terdapat beberapa tipe penginjeksian (penyemprotan) dalam sistem EFI motor bahan bakar (khususnya yang mempunyai jumlah silinder dua atau lebih), diantaranya tipe injeksi serentak (*simoultaneous injection*) dan tipe injeksi terpisah (*independent injection*). Tipe injeksi serentak yaitu saat penginjeksian terjadi secara bersamaan, sedangkan tipe injeksi terpisah yaitu saat penginjeksian setiap injektor berbeda antara satu dengan yang lainnya, biasanya sesuai dengan urutan pengapian atau *firing order (FO)*.

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa penginjeksian pada motor bahan bakar pada umumnya dilakukan di ujung *intake manifold* sebelum *intake valve* (katup masuk). Oleh karena itu, saat penginjeksian (*injection timing*) tidak mesti sama persis dengan percikan bunga api busi, yaitu beberapa derajat sebelum TMA di akhir langkah kompresi. Saat penginjeksian tidak menjadi masalah walau terjadi pada langkah hisap, kompresi, usaha maupun buang karena penginjeksian terjadi sebelum katup masuk. Artinya saat terjadinya penginjeksian tidak langsung masuk ke ruang bakar selama posisi katup masuk masih dalam keadaan menutup. Misalnya untuk *engine* 4 silinder dengan tipe injeksi serentak, tentunya saat penginjeksian injektor satu dengan yang lainnya terjadi secara bersamaan. Jika FO *engine* tersebut adalah 1 - 3 - 4 - 2, saat terjadi injeksi pada silinder 1 pada langkah hisap, maka pada silinder 3 injeksi terjadi pada satu langkah sebelumnya, yaitu langkah buang. Selanjutnya pada silinder 4 injeksi terjadi pada langkah usaha, dan pada silinder 2 injeksi terjadi pada langkah kompresi.

Sedangkan lamanya (*duration*) penginjeksian akan bervariasi tergantung kondisi kerja *engine*. Semakin lama terjadi injeksi, maka jumlah bahan bakar akan semakin banyak pula. Dengan demikian, seiring naiknya putaran *engine*, maka lamanya injeksi akan semakin bertambah karena bahan bakar yang dibutuhkan semakin banyak.

## 2. Cara Kerja Saat Kondisi *Engine* Dingin.

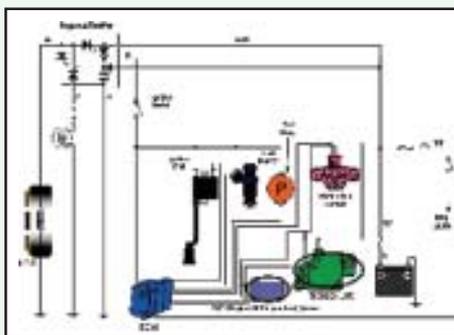
Pada saat kondisi *engine* masih dingin (misalnya saat menghidupkan di pagi hari), maka diperlukan campuran bahan bakar dan udara yang lebih banyak (campuran kaya). Hal ini disebabkan penguapan bahan bakar rendah pada saat kondisi temperatur/suhu masih rendah. Dengan demikian akan terdapat sebagian kecil bahan bakar yang menempel di dinding *intake manifold* sehingga tidak masuk dan ikut terbakar dalam ruang bakar. Untuk memperkaya campuran bahan bakar udara tersebut, pada sistem EFI yang dilengkapi dengan sistem pendinginan air terdapat sensor temperatur air pendingin (*engine/coolant temperature sensor*) seperti terlihat pada gambar di bawah ini. Sensor ini akan mendeteksi kondisi air pendingin engine yang masih dingin tersebut. Temperatur air pendingin yang dideteksi dirubah menjadi signal listrik dan dikirim ke ECU/ECM. Selanjutnya ECU/ECM akan mengolahnya kemudian memberikan perintah pada injektor dengan memberikan tegangan yang lebih lama pada *solenoid injector* agar bahan bakar yang disemprotkan menjadi lebih banyak (kaya).



Gambar 39. Sensor Air Pendingin (9) Yamaha GTS 1000

Sedangkan bagi *engine* yang tidak dilengkapi dengan sistem pendinginan air, sensor yang dominan untuk mendeteksi kondisi *engine* saat dingin adalah sensor temperatur oli/pelumas *engine* (*engine oil temperature sensor*) dan sensor temperatur udara masuk (*intake air temperature sensor*). Sensor temperature oli *engine* mendeteksi kondisi pelumas yang masih dingin saat itu, kemudian dirubah menjadi signal listrik dan dikirim ke ECU/ECM. Sedangkan sensor temperatur udara masuk mendeteksi

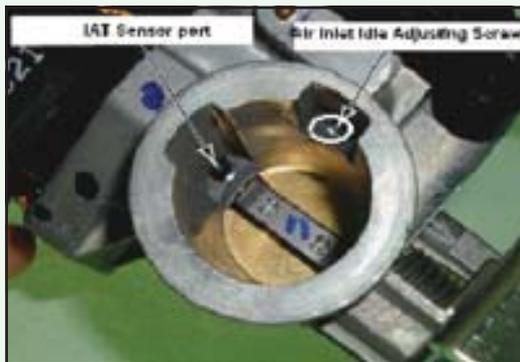
temperatur udara yang masuk ke *intake manifold*. Pada saat masih dingin kerapatan udara lebih padat sehingga jumlah molekul udara lebih banyak dibanding temperatur saat panas. Agar tetap terjadi perbandingan campuran yang tetap mendekati ideal, maka ECU/ECM akan memberikan tegangan pada solenoid injektor sedikit lebih lama (kaya). Dengan demikian, rendahnya penguapan bahan bakar saat temperatur masih rendah sehingga akan ada bahan bakar yang menempel di dinding *intake manifold* dapat diantisipasi dengan memperkaya campuran tersebut.



Gambar 40. Engine Oil Temperature Sensor dan Intake Air Temperature Sensor Honda Supra X 125

### 3. Cara Kerja Saat Putaran Rendah.

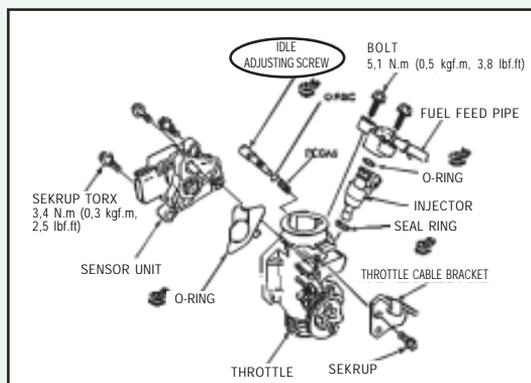
Pada saat putaran *engine* masih rendah dan suhu engine sudah mencapai suhu kerjanya, ECU/ECM akan mengontrol dan memberikan tegangan listrik ke injektor hanya sebentar saja (beberapa derajat engkol) karena jumlah udara yang dideteksi oleh *MAP sensor* dan *sensor posisi katup gas (TP sensor)* masih sedikit. Hal ini supaya dimungkinkan tetap terjadinya perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang tepat (mendekati perbandingan campuran teoritis atau ideal). Posisi katup gas (katup *throttle*) pada *throttle body* masih menutup pada saat putaran stasioner/langsam (putaran stasioner pada sepeda motor pada umumnya sekitar 1400 rpm). Oleh karena itu, aliran udara dideteksi dari saluran khusus untuk saluran stasioner. Sebagian besar sistem EFI pada sepeda motor masih menggunakan skrup penyetel (*air idle adjusting screw*) untuk putaran stasioner.



Gambar 41. Saluran Masuk Untuk Putaran Stasioner Saat Katup Throttle Masih Menutup Pada Sepeda Motor Honda Supra X 125

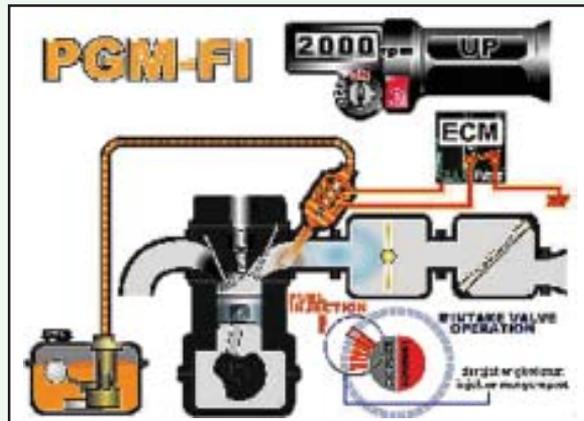
Berdasarkan informasi dari sensor tekanan udara (MAP sensor) dan sensor posisi katup gas (TP) sensor tersebut, ECU/ECM akan memberikan tegangan listrik kepada solenoid injektor untuk menyemprotkan bahan bakar. Lamanya penyemprotan/penginjeksian hanya beberapa derajat engkol saja karena bahan bakar yang dibutuhkan masih sedikit.

Pada saat putaran *engine* sedikit dinaikkan namun masih termasuk ke dalam putaran rendah, tekanan udara yang dideteksi oleh MAP sensor akan menjadi lebih tinggi dibanding saat putaran stasioner. Naiknya tekanan udara yang masuk mengindikasikan bahwa jumlah udara yang masuk lebih banyak. Berdasarkan informasi yang diperoleh oleh MAP sensor tersebut, ECU/ECM akan memberikan tegangan listrik sedikit lebih lama dibandingkan saat putaran stasioner.



Gambar 42. Posisi Skrup Penyetel Putaran Stasioner Pada Throttle Body

Gambar diatas adalah ilustrasi saat engine berputar pada putaran rendah, yaitu 2000 rpm. Seperti terlihat pada gambar, saat penyemprotan/penginjeksian (*fuel injection*) terjadi diakhir langkah buang dan lamanya penyemprotan/penginjeksian juga masih beberapa derajat engkol saja karena bahan bakar yang dibutuhkan masih sedikit.



Gambar 43. Contoh Penyemprotan Injektor Pada Saat Putaran 2000 rpm

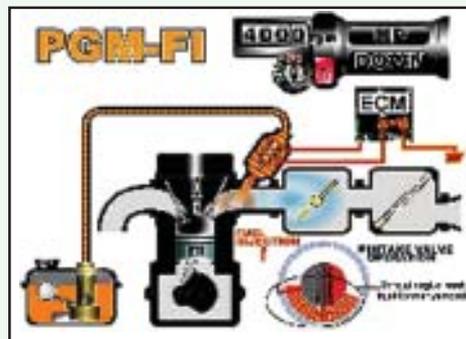
Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa proses penyemprotan pada injektor terjadi saat ECU/ECM memberikan tegangan pada *solenoid injector*. Dengan pemberian tegangan listrik tersebut *solenoid coil* akan menjadi magnet sehingga mampu menarik *plunger* dan mengangkat *needle valve* (katup jarum) dari dudukannya, sehingga bahan bakar yang berada dalam saluran bahan bakar yang sudah bertekanan akan memancar keluar dari injektor.

#### 4. Cara Kerja Saat Putaran Menengah dan Tinggi

Pada saat putaran *engine* dinaikkan dan kondisi *engine* dalam keadaan normal, ECU/ECM menerima informasi dari sensor posisi katup gas (TP sensor) dan MAP sensor. TP sensor mendeteksi pembukaan katup *throttle* sedangkan MAP sensor mendeteksi jumlah/tekanan udara yang semakin naik. Saat ini deteksi yang diperoleh oleh sensor tersebut menunjukkan jumlah udara yang masuk semakin banyak. Sensor-sensor tersebut mengirimkan informasi ke ECU/ECM dalam bentuk signal listrik. ECU/ECM kemudian mengolahnya dan selanjutnya akan memberikan tegangan listrik pada solenoid injektor dengan waktu yang lebih

lama dibandingkan putaran sebelumnya. Disamping itu saat pengapiannya juga otomatis dimajukan agar tetap tercapai pembakaran yang optimum berdasarkan informasi yang diperoleh dari sensor putaran rpm. Gambar bawah ini adalah ilustrasi saat *engine* berputar pada putaran menengah, yaitu 4000 rpm. Seperti terlihat pada gambar, saat penyemprotan/penginjeksian (*fuel injection*) mulai terjadi dari pertengahan langkah usaha sampai pertengahan langkah buang dan lamanya penyemprotan/penginjeksian sudah hampir mencapai setengah putaran derajat engkol karena bahan bakar yang dibutuhkan semakin banyak.

Selanjutnya jika putaran dinaikkan lagi, katup *throttle* semakin terbuka lebar dan sensor posisi katup *throttle* (*TP sensor*) akan mendeteksi perubahan katup *throttle* tersebut. ECU/ECM menerima informasi perubahan katup *throttle* tersebut dalam bentuk signal listrik dan akan memberikan tegangan pada *solenoid injektor* lebih lama dibanding putaran menengah karena bahan bakar yang dibutuhkan lebih banyak lagi. Dengan demikian lamanya penyemprotan/penginjeksian otomatis akan melebihi dari setengah putaran derajat engkol.



Gambar 44. Contoh Penyemprotan Injektor Pada Saat Putaran 4000 rpm

##### 5. Cara Kerja Saat Akselerasi (Percepatan).

Bila sepeda motor diakselerasi (di gas) dengan serentak dari kecepatan rendah, maka volume udara juga akan bertambah dengan cepat. Dalam hal ini, karena bahan bakar lebih berat dibanding udara, maka untuk sementara akan terjadi keterlambatan bahan bakar sehingga terjadi campuran kurus/miskin. Untuk mengatasi hal tersebut, dalam sistem bahan bakar konvensional (menggunakan karburator) dilengkapi sistem akselerasi (percepatan) yang akan menyemprotkan sejumlah

bahan bakar tambahan melalui saluran khusus. Sedangkan pada sistem injeksi (EFI) tidak membuat suatu koreksi khusus selama akselerasi. Hal ini disebabkan dalam sistem EFI bahan bakar yang ada dalam saluran sudah bertekanan tinggi. Perubahan jumlah udara saat katup gas dibuka dengan tiba-tiba akan dideteksi oleh *MAP sensor*. Walaupun yang dideteksi *MAP sensor* adalah tekanan udaranya, namun pada dasarnya juga menentukan jumlah udara. Semakin tinggi tekanan udara yang dideteksi, maka semakin banyak jumlah udara yang masuk ke *intake manifold*. Dengan demikian, selama akselerasi pada sistem EFI tidak terjadi keterlambatan pengiriman bahan bakar karena bahan bakar yang telah bertekanan tinggi tersebut dengan serentak diinjeksikan sesuai dengan perubahan volume udara yang masuk. Demikian tadi cara kerja sistem EFI pada beberapa kondisi kerja *engine*. Masih ada beberapa kondisi kerja *engine* yang tidak dibahas lebih detail seperti saat perlambatan (*deselerasi*), selama tenaga yang dikeluarkan tinggi (*high power output*) atau beban berat dan sebagainya. Namun pada prinsipnya adalah hampir sama dengan penjelasan yang sudah dibahas. Hal ini disebabkan dalam sistem EFI semua koreksi terhadap pengaturan waktu/saat penginjeksian dan lamanya penginjeksian berdasarkan informasi-informasi yang diberikan oleh sensor-sensor yang ada. Informasi tersebut dikirim ke ECU/ECM dalam bentuk signal listrik yang merupakan gambaran tentang berbagai kondisi kerja *engine* saat itu. Semakin lengkap sensor yang dipasang pada suatu *engine*, maka koreksi terhadap pengaturan saat dan lamanya penginjeksian akan semakin sempurna, sehingga *engine* bisa menghasilkan unjuk kerja atau tampilan (*performance*) yang optimal dan mengeluarkan kandungan emisi beracun yang minimal.

## BAB IV

### PEMERIKSAAN DAN PERBAIKAN SISTEM BAHAN BAKAR KONVENSIONAL (KARBURATOR)

#### A. Jadwal Perawatan Berkala Sistem Bahan Bakar Konvensional

Jadwal perawatan berkala sistem bahan bakar konvensional sepeda *engine* yang dibahas berikut ini adalah berdasarkan kondisi *umum*, artinya sepeda *engine* dioperasikan dalam keadaan biasa (normal). Pemeriksaan dan perawatan berkala sebaiknya rentang operasinya diperpendek sampai 50% jika sepeda *engine* dioperasikan pada kondisi jalan yang berdebu dan pemakaian berat.

Tabel di bawah ini menunjukkan jadwal perawatan berkala sistem bahan bakar konvensional yang sebaiknya dilaksanakan demi kelancaran dan pemakaian yang hemat atas sepeda *engine* yang bersangkutan. Pelaksanaan servis dapat dilaksanakan dengan melihat jarak tempuh atau waktu, tinggal dipilih mana yang lebih dahulu dicapai.

Tabel 1

Jadwal Perawatan Berkala (Teratur) Sistem Bahan bakar Konvensional

1.	Saluran (slang) bahan bakar (bahan bakar)	Periksa saluran bahan bakar setelah menempuh jarak 1.500 km, 3.000 km dan seterusnya setiap 2.000 km. Ganti setiap 4 tahun
2.	Saringan Bahan bakar	Periksa dan bersihkan saringan bahan bakar setelah menempuh jarak 500 km, 2.000 km, 4.000 km dan seterusnya <i>bersihkan</i> setiap 4.000 km
3.	Karburator	Periksa, bersihkan, setel putaran stasioner/langsam setelah menempuh jarak 500 km, 2.000 km, 4.000 km, dan seterusnya setiap 2.000 km
4.	Cara kerja gas tangan	Periksa dan setel (bila perlu) gas tangan setelah menempuh jarak 500 km, 2.000 km, 4.000 km, 8.000 km dan seterusnya setiap 2.000 km
5.	Kabel gas	Beri oli pelumas setiap 6.000 km
6.	Handel gas	Beri gemuk setiap 12.000 km
7.	Saringan udara	Periksa dan bersihkan saringan udara setelah menempuh jarak 3.000 km dan seterusnya <i>bersihkan</i> setiap 2.000 km. <i>Ganti</i> setiap 12.000 km

## B. Sumber-Sumber Kerusakan Sistem Bahan Bakar Konvensional

Tabel di bawah ini menguraikan permasalahan atau kerusakan sistem bahan bakar konvensional yang umum terjadi pada sepeda *engine*, untuk diketahui kemungkinan penyebabnya dan menentukan jalan keluarnya atau penanganannya (solusinya).

Tabel 2  
Sumber-sumber kerusakan sistem bahan bakar konvensional (karburator)

Permasalahan	Kemungkinan Penyebab	Solusi (Jalan Keluar)
Masalah pada kecepatan rendah dan stasioner (lambat)	1. Pilot air jet tersumbat atau lepas	1. Periksa dan bersihkan
	2. Pilot outlet tersumbat	2. Periksa dan ganti bila perlu
	3. Piston choke tidak sepenuhnya tertutup	3. Periksa dan setel
	4. Kerusakan pada joint (sambungan) karburator atau sambungan pipa vakum	4. Periksa dan ganti bila perlu
Engine tidak mau hidup	1. Pipa bahan bakar tersumbat	1. Periksa dan bersihkan
	2. Starter jet tersumbat	2. Periksa dan bersihkan
	3. Piston choke tidak berfungsi	3. Periksa dan setel
	4. Udara masuk dari saluran karburator atau pipa vakum tersumbat	4. Periksa dan setel
	5. Penyumbatan pada joint antara sarter body dan karburator	5. Periksa dan kencangkan karburator
Kelebihan bahan bakar	1. <i>Needle valve</i> pada sistem pelampung rusak atau aus	1. Ganti
	2. Pegas (spring) pada <i>needle valve</i> patah	2. Ganti
	3. Permukaan bahan bakar terlalu tinggi atau terlalu rendah	3. Setel ketinggian pelampung
	4. Terdapat benda atau kotoran di <i>needle valve</i>	4. Periksa dan bersihkan
	5. Pelampung tidak bekerja dengan semestinya	5. Periksa dan setel

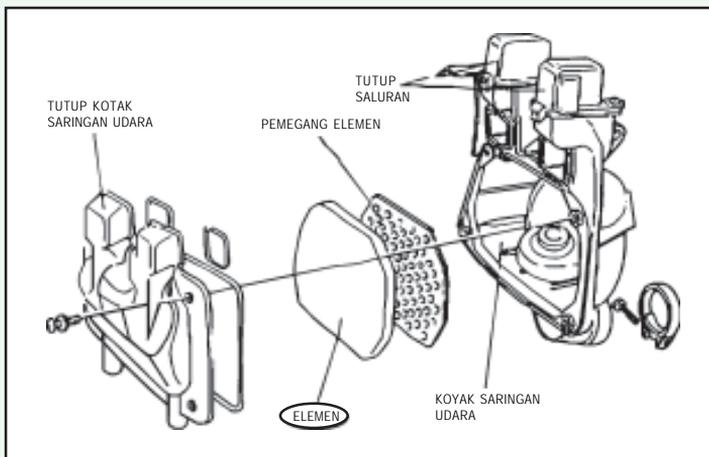
Masalah pada kecepatan rendah dan kecepatan tinggi	1. Main jet atau main air jet tersumbat	1. Periksa dan bersihkan
	2. Needle jet tersumbat	2. Periksa dan bersihkan
	3. Throttle piston (skep) tidak berfungsi dengan baik	3. Periksa throttle piston saat jalan
	4. Saringan bahan bakar (fuel filter) tersumbat	4. Periksa dan bersihkan
	5. Pipa ventilasi bahan bakar tersumbat	5. Periksa dan bersihkan

### C. Pemeriksaan Saringan Bahan Bakar

Karat atau kotoran di dalam bahan bakar yang sedang mengalir dalam sistem bahan bakar cenderung mengendap pada saringan. Dalam jangka waktu yang lama saringan bisa tersumbat dan bisa mengakibatkan tenaga *engine* menjadi berkurang. Bersihkan saringan bahan bakar secara teratur menggunakan udara bertekanan (kompresor). Ganti saringan bahan bakar yang telah tersumbat.

### D. Pemeriksaan dan Perawatan Saringan Udara

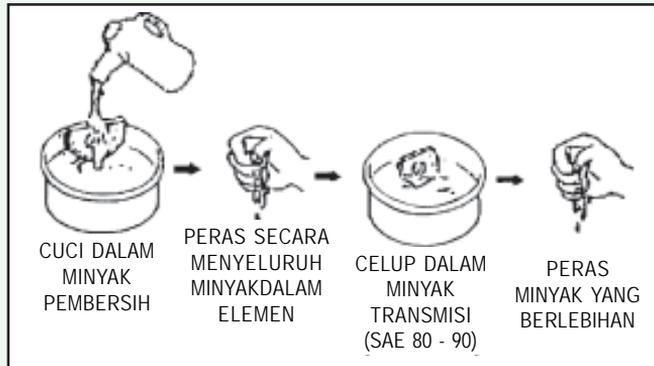
1. Keluarkan elemen saringan udara dari kotak saringan udara.



Gambar 45. Elemen saringan udara

2. Cuci elemen dalam minyak solar atau minyak pembersih yang tidak mudah terbakar dan biarkan sampai mengering.

3. Celupkan elemen dalam minyak transmisi (SAE 80-90) dan peras keluar kelebihan minyak.
4. Pasang kembali elemen dan tutup kembali kotak saringan udara.
5. Ilustrasi urutan pencucian elemen saringan udara adalah seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 46. Urutan pencucian elemen saringan udara

#### E. Pemeriksaan Jet ( Pengabut ) Karburator

Periksa jet-jet karburator dari kerusakan, kotoran atau tersumbat. Jet-jet yang diperiksa antara lain:

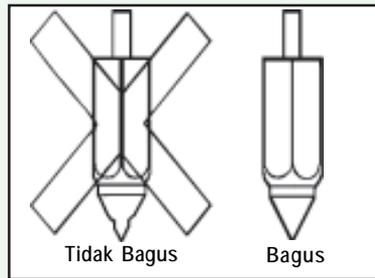
1. Pilot Jet/idle jet (spuyer/pengabut putaran langsam/stasioner)
2. Main Jet (spuyer utama)
3. Main Air Jet (spuyer saluran udara utama)
4. Pilot Air Screw (sekrup penyetal udara putaran langsam/stasioner)
5. Float (pelampung)
6. Needle *va/ve* (jarum Pelampung)
7. Starter Jet/cold star jet (spuyer saat engine dingin)
8. Gasket dan O-ring
9. Lubang by pass dan pilot outlet

Bersihkan komponen-komponen di atas jika kotor atau tersumbat dan ganti jika sudah rusak.

#### F. Pemeriksaan Jarum Pelampung

Bila diantara dudukan dan jarum terdapat benda asing, bahan bakar (bahan bakar) akan terus mengalir dan mengakibatkan banjir.

1. Bila dudukan dan jarum sudah termakan/aus, gantilah keduanya.
2. Sebaliknya bila jarum tidak mau bergerak, maka bahan bakar tidak dapat turun.
3. Bersihkanlah ruang pelampungnya dengan bahan bakar.
4. Bila jarum pelampung cacat seperti terlihat pada gambar di bawah, ganti dengan yang baru.



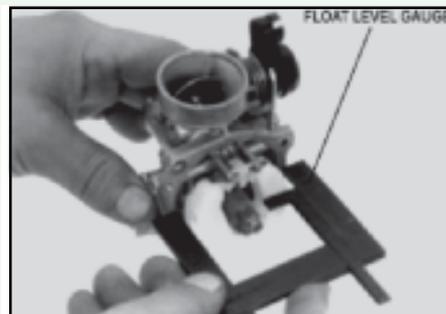
Gambar 47. Kondisi jarum yang bagus Dengan yang tidak bagus

5. Bersihkan saluran-saluran bahan bakar dan ruang pencampur dengan angin kompresor.

### G. Pemeriksaan Tinggi Pelampung

Untuk mengetahui tinggi pelampung maka:

1. Buka dan balikan karburator dengan arm (lengan) pelampung bebas.
2. Ukurlah tinggi dengan menggunakan *varnier caliper*/jangka sorong atau alat pengukur pelampung (*float level gauge*) saat lidah pelampung menyentuh dengan ujung jarum (*needle valve*).



Memeriksa ketinggian pelampung

Gambar 48. Contoh pengukuran tinggi Pelampung

3. Bengkokan lidah untuk mendapatkan ketinggian yang ditentukan.

**Catatan:**

- 1) Ukuran spesifikasi tinggi pelampung berbeda antara merk sepeda motor satu dengan lainnya. Lihat buku manual masing-masing untuk memastikan ukuran tersebut.
- 2) Pada sebagian merk sepeda motor (misalnya Honda) tinggi pelampung tidak dapat disetel. Ganti pelampung secara keseluruhan (set) jika tinggi pelampung sudah tidak sesuai dengan spesifikasi.

**H. Pemeriksaan Penyetelan Putaran Stasioner/Langsam**

1. Putar sekrup udara (*pilot/idle mixture screw*) searah jarum jam sampai duduk dengan ringan dan kemudian kembalikan pada posisi sesuai spesifikasi yang diberikan.

**Catatan:**

- 1) Kerusakan padaudukan sekrup udara akan terjadi jika sekrup udara dikencangkan terlalu keras padaudukannya.
- 2) Bukaan awal sekrup udara : 2 - 2<sup>1</sup>/<sub>4</sub> putaran keluar (untuk lebih pastinya, lihat buku manual sepeda motor yang bersangkutan).



Gambar 49. Posisi sekrup udara dan penahan skep (throttle piston) pada karburator yang terdapat pada salah satu merk sepeda motor (Sumber gambar: koleksi pribadi)

2. Hangatkan *engine* sampai pada suhu operasi/suhu kerja *engine*.
3. Matikan *engine* dan pasang tachometer (pengukur putaran *engine*) yang disesuaikan dengan instruksi penggunaan oleh pabrikan tachometer.
4. Hidupkan *engine* dan setel putaran stasioner *engine* dengan sekrup penahan skep (throttle piston).  
*Putaran stasioner/langsam : 1400 ± 100 rpm (untuk lebih pastinya, lihat buku manual sepeda motor yang bersangkutan)*
5. Putar sekrup udara masuk atau keluar secara perlahan sampai diperoleh kecepatan *engine* tertinggi.
6. Ulangi langkah 4 dan 5.
7. Stel kembali putaran stasioner *engine* dengan memutar sekrup penahan skep.
8. Putar gas tangan perlahan-lahan dan periksa apakah kecepatan putaran *engine* naik secara halus: Jika tidak, ulangi langkah d sampai dengan g.

**Catatan:**

- 1) *Sekrup udara telah disetel menurut ketentuan pabrik. Penyetelan tidak diperlukan kecuali jika karburator dibongkar atau pada saat mengganti sekrup udara dengan yang baru.*
- 2) *Engine harus dalam keadaan hangat untuk mendapatkan ketepatan penyetelan, sekitar 10 menit dihidupkan sudah cukup untuk menghangatkan engine dalam mencapai suhu kerjanya.*
- 3) *Gunakan tachometer dengan ukuran kenaikan tiap 50 rpm atau lebih kecil.*

## I. Pemeriksaan Cara Kerja Gas Tangan

1. Periksa apakah putaran gas tangan dapat bekerja dengan lancar dan halus sewaktu membuka dengan penuh dan menutup kembali secara otomatis pada semua stang kemudi.
2. Periksa kabel gas dari kerusakan, lekukan atau keretakan. *Ganti jika sudah rusak, terdapat lekukan atau retakan.*
3. *Lumasi* kabel gas jika cara kerja gas tangan tidak lancar (terasa berat).

4. Ukur jarak main bebas gas tangan pada ujung sebelah dalam gas tangan.



Gambar 50. Jarak main bebas gas tangan  
(Sumber gambar: Koleksi photo pribadi)

*Jarak main bebas : 2 - 6 mm.*

5. Jarak main bebas gas tangan dapat disetel melalui penyetel gas tangan seperti terlihat pada gambar di bawah ini.
6. Lepaskan penutup debu pada penyetel.
7. Setel jarak main bebas dengan melonggarkan mur pengunci dan memutar penyetel.



Gambar 51. Penyetelan jarak main bebas gas tangan  
(Sumber gambar: Koleksi photo pribadi)

8. Periksa ulang cara kerja gas tangan.
9. Ganti (bila perlu) komponen-komponen (parts) yang rusak.

## BAB V

### PEMERIKSAAN DAN PERBAIKAN SISTEM BAHAN BAKAR TIPE INJEKSI (EFI)

#### A. Beberapa Hal Umum yang Perlu Diperhatikan Berkaitan dengan Service Sistem EFI atau PGM-FI

- a. Pastikan untuk membuang tekanan bahan bakar sementara *engine* dalam keadaan mati.
- b. Sebelum melepaskan fuel feed hose (sling penyaluran bahan bakar), buanglah tekanan dari sistem dengan melepaskan *quick connector fitting* (peralatan penyambungan dengan cepat) pada *fuel pump* (pompa bahan bakar)
- c. Jangan tutup *throttle valve* dengan mendadak dari posisi terbuka penuh ke tertutup penuh setelah *throttle cable* (kabel gas tangan) telah di lepaskan. Hal ini dapat mengakibatkan putaran stasioner yang tidak tepat.
- d. Programmed fuel injection (PGM-FI) system dilengkapi dengan *Self-Diagnostic System* (sistem pendiagnosaan sendiri) yang telah diuraikan. Jika *malfunction indicator* (MIL) (lampu indikator kegagalan pemakaian) berkedip-kedip, ikuti *Self-Diagnostic Procedures* (prosedur pendiagnosaan sendiri) untuk memperbaiki persoalan.
- e. Sebuah sistem PGM-FI yang tidak bekerja dengan baik seringkali di sebabkan oleh hubungan yang buruk atau konektornya yang berkarat. Periksalah hubungan-hubungan ini sebelum melanjutkan.

#### B. Jadwal Perawatan Berkala Sistem Bahan Bakar Tipe Injeksi (EFI)

Jadwal perawatan berkala sistem bahan bakar tipe injeksi (EFI) sepeda motor yang dibahas berikut ini adalah berdasarkan kondisi *umum*, artinya sepeda motor dioperasikan dalam keadaan biasa (normal). Pemeriksaan dan perawatan berkala *sebaiknya* rentang operasinya diperpendek sampai 50% jika sepeda *engine* dioperasikan pada kondisi jalan yang berdebu dan pemakaian berat.

### C. Sumber-Sumber Kerusakan Sistem Bahan Bakar Tipe Injeksi(EFI)

Tabel di bawah ini menguraikan permasalahan atau kerusakan sistem bahan bakar dan sistem pendukung lainnya pada tipe injeksi (EFI) yang umum terjadi pada sepeda *engine*, untuk diketahui kemungkinan penyebabnya dan menentukan jalan keluarnya atau penanganannya (solusinya).

Tabel 3

Sumber-sumber Kerusakan pada Sistem Bahan Bakar Tipe Injeksi (EFI)

Permasalahan	Kemungkinan Penyebab	Solusi
<i>Engine</i> mati, sulit dihidupkan, putaran stasioner kasar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terdapat kebocoran udara masuk</li> <li>2. Tekanan dalam sistem bahan bakar terlalu tinggi</li> <li>3. Tekanan dalam sistem bahan bakar terlalu rendah</li> <li>4. Saringan injektor (injektor filter) tersumbat</li> <li>5. Penyetelan stasioner tidak tepat</li> <li>6. Saluran udara stasioner tersumbat</li> <li>7. Bahan bakar tercemar/kualitas jelek</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Periksa dan perbaiki</li> <li>2. Periksa dan perbaiki</li> <li>3. Periksa dan perbaiki</li> <li>4. Bersihkan dan ganti bila perlu</li> <li>5. Periksa dan setel kembali</li> <li>6. Bersihkan</li> <li>7. Ganti</li> </ol>
<i>Engine</i> tidak mau hidup	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pompa bahan bakar tidak bekerja dengan baik</li> <li>2. Saringan injektor (injektor filter) tersumbat</li> <li>3. Jarum injektor (injector needle) tertahan</li> <li>4. Bahan bakar tercemar/kualitas jelek</li> <li>5. Terdapat kebocoran udara masuk</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Periksa dan ganti bila perlu</li> <li>2. Periksa dan bersihkan</li> <li>3. Periksa dan ganti bila perlu</li> <li>4. Ganti</li> <li>5. Periksa dan perbaiki</li> </ol>
Terjadi ledakan (misfiring) saat melakukan akselerasi		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Periksa dan perbaiki</li> <li>2. Periksa dan ganti bila perlu</li> <li>3. Periksa dan perbaiki</li> </ol>

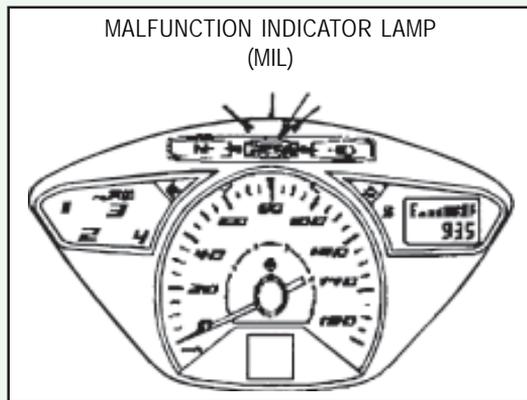
#### D. Informasi Pendiagnosaan Sendiri Sistem EFI atau PGM-FI Prosedur Pendiagnosaan Sendiri (Self Diagnosis)

1. Letakkan sepeda motor pada standar utamanya.

Catatan:

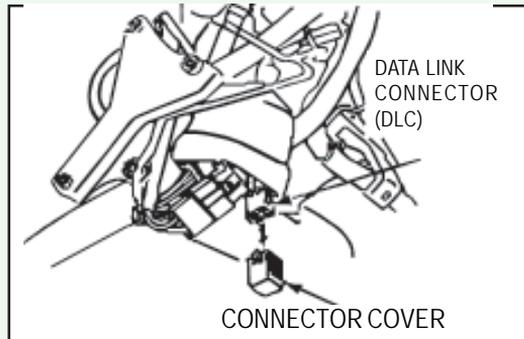
Malfunction *indicator lamp* (MIL) akan berkedip-kedip sewaktu kunci kontak diputar ke "ON" atau putaran *engine* di bawah 2.000 putaran permenit (rpm). Pada semua kondisi lain, MIL akan tetap hidup dan tetap hidup.

2. Putar kunci kontak ke posisi "ON".
3. *Malfunction indicator* (MIL) berkedip-kedip.
4. Catat berapa kali MIL berkedip dan tentukan penyebab persoalan



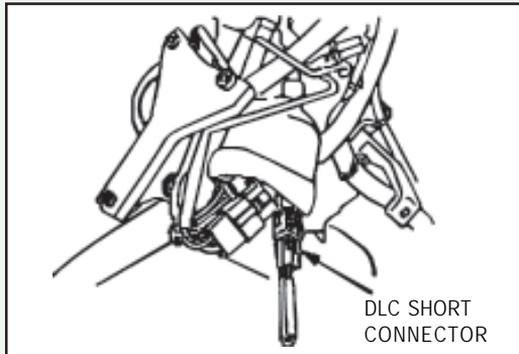
Gambar 52. Posisi MIL

5. Jika MIL tidak hidup atau berkedip, sistem dalam keadaan normal.
6. Jika ingin membaca memori EFI/PGM-FI untuk data kesukaran, lakukan sebagai berikut:
7. Untuk membaca data persoalan yang telah disimpan. Putar kunci kontak ke posisi "OFF".
8. Lepaskan *front top cover*.
9. Lepaskan *connector cover* (penutup konektor) dari data *Link connector* (DLC) [konektor sambung data], seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



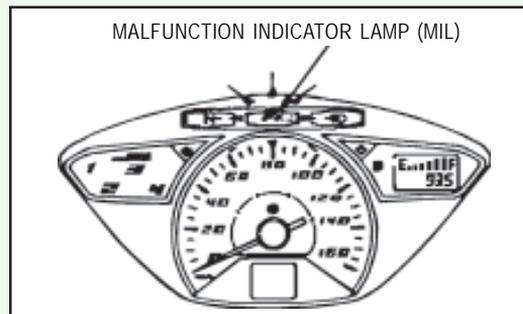
Gambar 53. Posisi DLC

10. Hubungkan special tool ke data Link connector (DLC).



Gambar 54. Pemasangan Konektor DLC ke DLC

11. Putar kunci kontak ke posisi "ON".
12. Jika ECM tidak menyimpan data memori pendiagnosaan sendiri, MIL akan menyala terus ketika kunci kotak di putar ke posisi "ON".



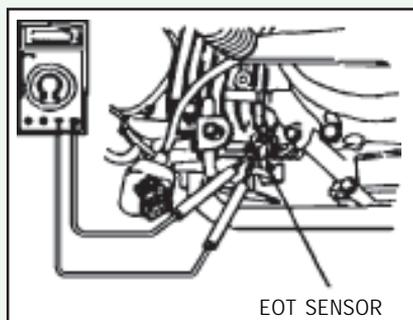
Gambar 55. MIL Menyala Ketika Kunci Kontak ON

13. Catat berapa kali MIL berkedip dan tentukan penyebab persoalan.

*Catatan:*

- 1) Pada sistem EFI atau PGM-FI Honda, MIL (*malfunction indicator lamp*) menunjukkan kode-kode masalah/persoalan yang terjadi pada sepeda motor. Jumlah kedipannya dari 0 sampai 54. Jenis kedipan dari MIL ada dua, yaitu kedipan pendek (0,3 detik) dan kedipan panjang (1,3 detik). Jika sebuah kedipan panjang terjadi, dan kemudian dua buah kedipan pendek, berarti kode persoalan itu adalah 12 karena satu kedipan panjang = 10 dan dua kedipan pendek = 2 kedipan.
- 2) Jika ECU/ECM menyimpan beberapa kode kegagalan/masalah, MIL memperlihatkan kode kegagalan menurut urutan dari jumlah terendah sampai tertinggi.
- 3) Jika terjadi kegagalan fungsi pada rangkaian MAP sensor, MIL akan berkedip 1 kali. Penyebab kegagalan pada rangkaian MAP sensor antara lain; kontak longgar atau lemah pada sensor unit, terjadi rangkaian terbuka atau hubungan singkat (korslet) pada kabel MAP sensor dari sensor unit, atau MAP sensor tidak bekerja dengan baik.
- 4) Jika terjadi kegagalan fungsi pada rangkaian suplai (daya) atau massa sensor unit, MIL akan berkedip 1, 8 dan 9 kali. Penyebab kegagalannya antara lain; kontak longgar atau lemah pada sensor unit, terjadi rangkaian terbuka atau hubungan singkat (korslet) pada kabel daya atau massa sensor unit, atau sensor unit tidak bekerja dengan baik. Sensor unit adalah gabungan dari TP (throttle positioner), MAP (manifold absolute pressure), dan IAT (intake air temperature) sensor.
- 5) Jika terjadi kegagalan fungsi pada rangkaian EOT (*engine oil temperature*) sensor, MIL akan berkedip 7 kali. Penyebab kegagalan pada rangkaian EOT sensor antara lain ; kontak longgar atau lemah pada EOT sensor, terjadi rangkaian terbuka atau hubungan singkat (korslet) pada kabel EOT sensor, atau EOT sensor tidak bekerja dengan baik.
- 6) Jika terjadi kegagalan fungsi pada rangkaian bank angle sensor, MIL akan berkedip 54 kali. Penyebab kegagalan pada rangkaian bank angle sensor antara lain ; kontak longgar atau lemah pada bank angle sensor, terjadi rangkaian terbuka atau hubungan singkat (korslet) pada kabel bank angle sensor, atau bank angle sensor tidak bekerja dengan baik.

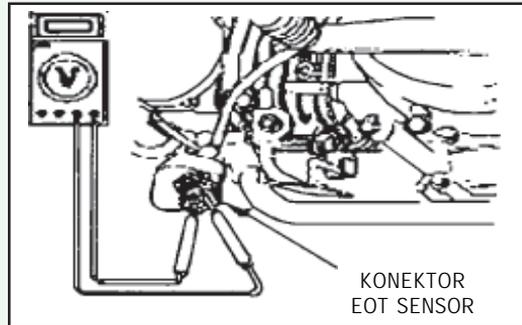
- 7) Jika terjadi kegagalan fungsi di dalam ECU/ECM, MIL akan berkedip 33 kali. Penyebab kegagalannya adalah karena ECU/ECM tidak bekerja dengan baik.
- 8) Jika terjadi kegagalan fungsi pada data link (penghubung kabel data) atau rangkaian MIL, MIL akan hidup terus. Penyebab kegagalannya antara lain ; kontak longgar atau lemah pada injektor, terjadi rangkaian terbuka atau hubungan singkat (korslet) pada kabel injektor, injektor tidak bekerja dengan baik, atau ECU/ECM tidak bekerja dengan baik.
- 9) Jika terjadi kegagalan fungsi pada rangkaian injektor, MIL akan berkedip 12 kali. Penyebab kegagalannya antara lain ; hubungan singkat pada kabel data link conector (DLC), hubungan singkat pada kabel MIL, atau ECU/ECM tidak bekerja dengan baik.
- 10) Secara umum, urutan pemeriksaan dan perbaikan dari kegagalan-kegagalan di atas adalah sebagai berikut:
  - a) Melakukan pemeriksaan terhadap kontak dari sambungan (konektor) komponen yang bersangkutan. Jika longgar atau lemah, perbaiki dengan mengencangkan posisinya.
  - b) Jika point a) di atas tidak bermasalah, lakukan pemeriksaan tahanan/resistansi pada terminal-terminal komponen yang bersangkutan dan juga periksa kontinuitas (hubungan) antara terminal dengan massa. (Untuk melihat standar/spesifikasi ukuran tahanan dan warna kabel, lihat buku manual yang bersangkutan).



Gambar 56. Contoh Pemeriksaan Tahanan Pada EOT Sensor

- c) Jika point b) di atas tidak bermasalah, lakukan pemeriksaan tegangan (*voltage*) antara konektor komponen yang bersangkutan pada sisi *wire harness* (rangkaian kabel dari

ECU/ECM yang menuju komponen tersebut) dan massa. Khusus sensor yang hanya mempunyai dua terminal, ukur tegangan antara konektor sensor tersebut pada sisi wire harness (Untuk melihat standar/spesifikasi ukuran tegangan, lihat buku manual yang bersangkutan).



Gambar 57. Contoh Pemeriksaan Tegangan Pada EOT Sensor

- d) Jika pada pemeriksaan point c) di atas terdapat tegangan yang sesuai standar, ganti komponen (sensor) yang bersangkutan.
- e) Jika pada pemeriksaan point c) di atas tidak terdapat tegangan yang sesuai standar, periksa kontinuitas antara konektor komponen (sensor) yang bersangkutan dengan konektor dari ECU/ECM. (Untuk melihat standar/spesifikasi warna kabel, lihat buku manual yang bersangkutan).
- f) Jika pada pemeriksaan point e) di atas kontinuitas antara konektor *tidak normal*, berarti terdapat hubungan singkat (korslet) atau rangkaian terbuka pada kabel-kabel tersebut.
- g) Jika pada pemeriksaan point e) di atas kontinuitas antara konektor *normal*, berarti terdapat masalah pada ECU/ECM. Ganti ECU/ECM dengan yang baru dan lakukan pemeriksaan sekali lagi.

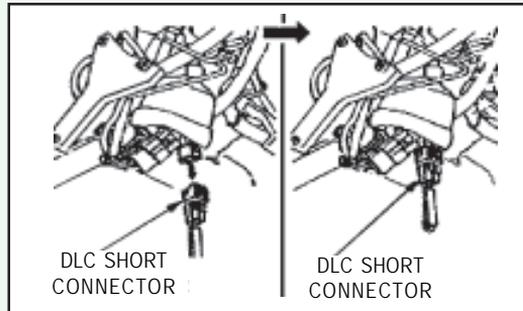
## E. Prosedur Me-Reset Pendiagnosaan Sendiri

### **Catatan:**

*Data memori pendiagnosaan sendiri tidak akan terhapus sewaktu kabel negatif baterai dilepaskan.*

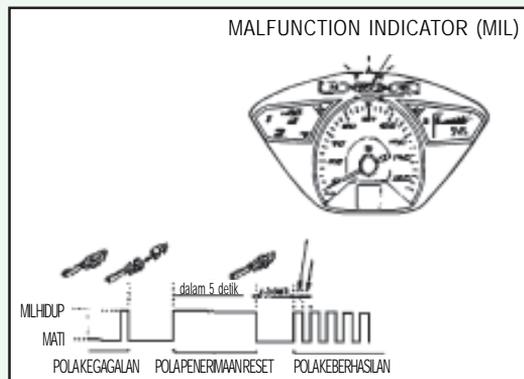
1. Putar kunci kontak ke "OFF".
2. Lepaskan front top cover.

3. Lepaskan connector cover (penutup konektor) dari data Link connector
4. Hubungkan special tool (konektor DLC atau DLC short connector) ke data Link connector
5. Putar kunci kontak ke "ON".
6. Lepaskanlah DLC short connector dari data Link connector (DLC) seperti terlihat pada gambar di bawah :



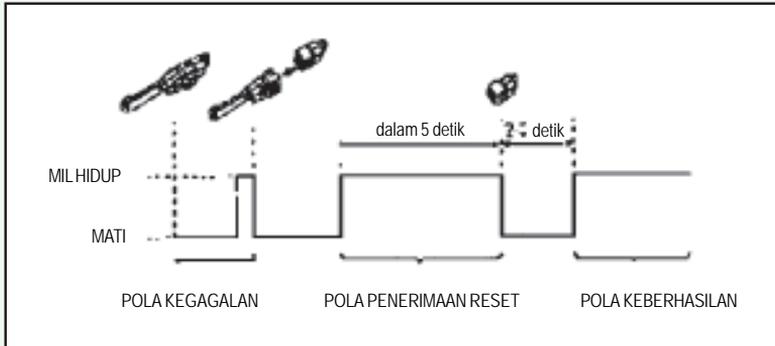
Gambar 58. Prosedur Melepas dan Menghubungkan Kembali Konektor DLC Dari DLC

7. Hubungkan *DLC short connector* ke data *Link connector* (DLC) lagi sementara lampu MIL hidup selama kira-kira 5 detik (pola penerimaan reset; seperti terlihat pada gambar di atas).
8. Data memori pendiagnosaan sendiri telah terhapus, jika MIL mati dan mulai berkedip. Hal ini menandakan prosedur me-reset telah berhasil. Lihat pada gambar di bawah untuk melihat bentuk/pola me-reset yang berhasil (pola keberhasilan).



Gambar 59. Pola Keberhasilan Saat Me-reset Pendiagnosaan Sendiri

9. Data *link konektor* harus dihubungkan singkat sementara lampu indikator hidup. Jika DLC *short connector* tidak tersambungkan dalam 5 detik, MIL akan mati dan hidup kembali dengan pola kegagalan seperti terlihat ppada gambar di bawah :



Gambar 60. Pola kegagalan saat me-reset pendiagnosaan sendiri

10. Matikan kunci kontak dan coba lagi mulai dari langkah d.

**Catatan :**

*Perhatikan bahwa data memori pendiagnosaan-sendiri tidak akan terhapus jika kunci kontak dimatikan sebelum MIL mulai berkedip.*

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

Sistem bahan bakar pada sepeda motor merupakan salah satu faktor terpenting dalam mempertahankan kondisi mesin tetap prima, maka perawatan dan pemeliharaan perlu dilakukan sesuai dengan buku pedoman perawatan dan pemeliharaan masing-masing merk sepeda motor. Berikut adalah beberapa tips sederhana yang biasa dilakukan untuk pemeliharaan sistem bahan bakar pada sepeda motor :

1. Jangan dibiasakan membeli bahan bakar di penjual eceran, karena dikhawatirkan kualitasnya tidak terjamin.
2. Lakukan pemeriksaan pada slang-slang saluran bahan bakar dari kotoran yang akan mengakibatkan tersumbatnya saluran bahan bakar. Bila selang kotor atau bocor, maka kerja karburator atau injektor tidak akan maksimal. Oleh karena itu, selang wajib diperiksa setelah motor menempuh jarak 2.000 kilometer.
3. Bila sepeda motor telah lebih dari 50 ribu kilometer atau kelipatannya, maka sebaiknya dilakukan pemeriksaan pompa bahan bakar (untuk motor Injeksi).
4. Lakukan pembersihan tangki apabila motor telah menempuh 50 ribu kilometer atau kelipatannya.

## DAFTAR PUSTAKA

AHM \_\_\_\_\_. Buku pedoman reparasi honda supra X 125. Jakarta: PT. Astra Honda Motor

AHM \_\_\_\_\_. Buku pedoman reparasi honda astrea prima. Jakarta: PT. Astra Honda Motor

AHM \_\_\_\_\_. Buku pedoman reparasi honda mega pro. Jakarta: PT. Astra Honda Motor

AHM \_\_\_\_\_. Buku pedoman reparasi honda PGM-FI supra X 125. Jakarta: PT. Astra Honda Motor

Jalius Jama.1982. Motor bensin. Jakarta : Ghalia Indonesia.

M. Suratman. 2003. Servis dan teknik reparasi sepeda motor. Bandung: CV. Pustaka Grafika

Training Center (1995). New Step 1 Training manual. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.

\_\_\_\_\_. AHM (PT Astra Honda Motor). Pengetahuan produk. Jakarta: Astra Honda Training Centre.

\_\_\_\_\_. Petunjuk perawatan suzuki shogun. Jakarta: Divisi Perawatan Sepeda Motor PT. Indomobil Suzuki international

\_\_\_\_\_. Yamaha Technical Acad

## DAFTAR ISTILAH

**Accelerator pump** yaitu Pompa yang terdapat di dalam karburator untuk menaikkan jumlah bahan bakar atau menggemukkan campuran.

**Carburattor** yaitu komponen yang berfungsi untuk mencampurkan bahan bakar dan udara secara tepat.

**ECU (*Electronic Control Unit*)** yaitu komponen sistem injeksi bahan bakar elektronik yang berfungsi untuk mengolah signal-signal dari berbagai sensor untuk selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan lamanya injeksi bahan bakar dan mengatur saat pengapian.

**EFI (*Electronic Fuel Injection*)** yaitu sistem injeksi bahan bakar yang dikontrol secara elektronik. Sistem ini merupakan salah satu jenis sistem bahan bakar pada motor bensin.

**Economicer jet** yaitu bagian karburator yang terletak pada saluran stasioner dan kecepatan lambat, berfungsi untuk mempercepat aliran bahan bakar.

**Intake manifold** yaitu komponen pada sistem bahan bakar yang berfungsi sebagai saluran keluar gas-gas hasil pembakaran.

**Injektor (*nozzle*)** yaitu salah satu bagian dari sistem injeksi bahan bakar yang berfungsi untuk mengabutkan (menyemprotkan) bahan bakar ke dalam selinder (ruang bakar).

**Venturi** yaitu bagian yang menyempit pada tabung (saluran masuk udara) karburator.

## BIODATA PENULIS



**Dede Darajat, S.Pd**, lahir di Sumedang, Jawa Barat pada tanggal 15 Agustus tahun 1977. Semenjak menamatkan SMA kemudian melanjutkan pendidikan di Universitas Negeri Jakarta dengan mengambil jurusan pendidikan teknik mesin dan lulus pada tahun 2003. Menggeluti bidang otomotif diawali dengan mengajar di beberapa sekolah menengah kejuruan dan lembaga kursus dan pelatihan.

Pada tahun 2005 bergabung dengan konsorsium otomotif yang di bentuk oleh Direktorat Pembinaan Kursus dan Kelembagaan Direktorat Jenderal Pendidikan Nonformal dan Informal Kementerian Pendidikan Nasional. Dan sekarang bergabung dengan Lembaga Sertifikasi Kompetensi Otomotif sebagai sekretaris. Pengalaman lain yang pernah diikuti yaitu beberapa pelatihan dan training yang diselenggarakan Dunia industri dan usaha otomotif.

Organisasi lain yang menjadi tempat berkarya dan menularkan profesinya sebagai instruktur otomotif adalah HISPI dan di percaya sebagai staf di bidang kewirausahaan.





**Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Nonformal dan Informal  
Direktorat Pembinaan Kursus dan Pelatihan**