



Jalius Jama, dkk.

Teknik Sepeda Motor

JILID 2

untuk
Sekolah Menengah Kejuruan



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Jalius Jama, dkk.

TEKNIK SEPEDA MOTOR

JILID 2

SMK



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

TEKNIK SEPEDA MOTOR

JILID 2

Untuk SMK

Penulis : Jalius Jama
Wagino

Perancang Kulit : TIM

Ukuran Buku : 17.6 x 25 cm

JAM JAMA, Jalius.
t Teknik Sepeda Motor Jilid 2 untuk SMK /oleh Jalius Jama,
Wagino ---- Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah
Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan
Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
ix, 179 hlm
Daftar Pustaka : Lampiran. A
Daftar Istilah : Lampiran. B
Lampiran : Lampiran. C
ISBN : 978-979-060-143-7
ISBN : 978-979-060-145-1

Diterbitkan oleh

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah

Departemen Pendidikan Nasional

Tahun 2008

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, telah melaksanakan kegiatan penulisan buku kejuruan sebagai bentuk dari kegiatan pembelian hak cipta buku teks pelajaran kejuruan bagi siswa SMK. Karena buku-buku pelajaran kejuruan sangat sulit di dapatkan di pasaran.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK.

Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkan *soft copy* ini diharapkan akan lebih memudahkan bagi masyarakat khususnya para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri untuk mengakses dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peserta didik kami ucapan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, 17 Agustus 2008
Direktur Pembinaan SMK

KATA PENGANTAR

Dengan telah diundangkannya kurikulum Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) 2004, maka berarti pendidikan kejuruan di Indonesia memasuki paradigma baru. Perbedaan yang prinsipil dengan kurikulum yang lama ialah; kalau kurikulum yang lama pelajaran praktek diberikan untuk menunjang teori, maka pada kurikulum yang baru pelajaran teori menunjang praktek sehingga para lulusan mampu menguasai kompetensi yang relevan dengan dunia kerja. Kolaborasi yang saling menguntungkan antara sekolah kejuruan dan dunia kerja bidang otomotif mutlak diperlukan.

Salah satu masalah yang sejak dulu belum terpecahkan adalah kurangnya buku-buku pelajaran yang secara langsung dapat dipergunakan oleh para siswa. Buku ini disusun sesuai dengan kebutuhan kurikulum SMK Tahun 2004, Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK) dan serta KTSP, dalam bidang Teknologi Sepeda Motor pada jurusan Otomotif. Sesuai dengan prinsip KBK, maka tidak perlu dihindari bahwa substansi isi pelajaran tidak lepas dari kenyataan dunia teknologi sepeda motor di Indonesia yang didmonasi oleh Honda, Yamaha, Suzuki dan Kawasaki, di samping beberapa merek lain seperti Vespa dan lain-lainnya. Isi buku ini terutama dimaksudkan untuk membantu para siswa dalam mempelajari dasar-dasar konstruksi dan proses motor bakar. Uraian sudah diupayakan sesederhana mungkin sehingga mudah untuk dipahami.

Sebelum memulai bekerja atau melakukan praktek motor, maka seseorang haruslah terlebih dahulu mengenal dan memahami keselamatan kerja, fungsi serta bagaimana cara bekerja dengan peralatan dan komponen sepeda motor. Oleh karena itu, maka buku ini juga dapat dipakai pada kursus-kursus dan bahkan para peminat sepeda motor sebagai acuan untuk hobi atau dapat menjadi teknisi yang profesional.

Dalam buku yang sederhana ini tentu saja tidak dapat memenuhi seluruh konsep dan prinsip berbagai merek sepeda motor yang sangat bervariasi, model dan tipe. Prinsip kerja dan teknologinya umumnya tidak banyak berbeda. Untuk keperluan khusus, para peminat dianjurkan merujuk pada buku petunjuk yang dikeluarkan oleh masing-masing merek, seperti Honda, Yamaha, Suzuki, Kawasaki dan lainnya. Kemajuan

teknologi yang sangat cepat menyebabkan perubahan dan inovasi yang terus menerus terutama pada sistem kelistrikan elektronika dan sistem pembakaran.

Untuk mewujudkan buku ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak, Direktorat Pembinaan SMK, para staf proyek penerbitan buku, Rektor UNP, Dekan FT UNP dan Ketua Jurusan Teknik Otomotif atas dukungan moral dan finansial demi terbitnya karya ini. Selanjutnya, Rahmadani, ST (Penyunting) dan Eko Indrawan, ST yang telah menyediakan waktu dan tenaga dan melakukan editing bahasa dan kelayakan isi. Semoga segala bentuk bantuan dan jerih payah yang diberikan merupakan amal dan ibadah yang mendapat balasan yang layak dari Allah swt. Penulis mengucapkan penghargaan dan terima kasih kepada otoritas pemegang merek Honda, Yamaha, Suzuki dan Kawasaki dan sumber lainnya, atas izin pengambilan bahan, baik berupa gambar maupun teknologinya. Semuanya kita lakukan demi kemajuan pendidikan dan mempersiapkan generasi penerus untuk pembangunan nasional dalam bidang teknologi. Dengan demikian, para lulusan SMK tidak mengalami kesulitan dalam penyesuaian antara apa yang dipelajari di sekolah dengan apa yang ditemukan di dunia kerja.

Akhirnya “tidak ada gading yang tak retak”, maka kritik dan saran terutama dari rekan-rekan guru, instruktur dan pembaca, kami tunggu dengan segala senang hati.

Tim Penulis,

DAFTAR ISI

Halaman

Kata Pengantar Penulis
Daftar Isi

v
vii

JILID 1

BAB I PENDAHULUAN	1
A. Keselamatan Kerja	1
1. Petunjuk Umum bagi Pekerja	1
2. Meja Kerja dan Kelengkapan	4
3. Bahan Bakar dan Minyak Pelumas	4
4. Karbon Monoksida	5
5. Peralatan Mesin Tangan (Portable Machine)	5
6. Alat Angkat dan Pengangkatan	6
7. Pengangkat Sepeda Motor (Bike Lift)	6
8. Petunjuk Khusus bagi Pekerja Sepeda Motor	7
B. Silabus dan Uraian Isi Buku	8
1. Silabus	8
2. Uraian Isi Buku	9
3. Strategi Pembelajaran	11
4. Prosedur Kerja Pelayanan Sepeda Motor	12
5. Daftar Unit-unit Kompetensi (Mapping)	13
C. Komponen Utama Sepeda Motor	17
D. Aplikasi Ilmu Fisika Dalam Mempelajari Sepeda Motor	19
BAB II MESIN DAN KOMPONEN UTAMA	33
E. Pendahuluan	33
F. Komponen Utama Pada Mesin Sepeda Motor	17
G. Proses di Mesin	60
H. Proses Terjadinya Pembakaran	74
I. Innovasi dari Desain Mesin	75
J. Susunan Mesin	79
K. Spesifikasi Mesin	82
BAB III KELISTRIKAN	85
L. Konsep Kelistrikan	85
M. Kapasitor atau Kondensor	106
N. Sistem Starter	111
O. Sistem Pengisian (Charging System)	129
P. Sistem Pengapian (Ignition System)	142
Q. Sistem Penerangan (Lighting System)	142
R. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Kelistrikan	164

JILID 2

BAB IV SISTEM PEGAPIAN (IGNITION SYSTEM)	165
A. Pendahuluan	165
B. Syarat-syarat Sistem Pengapian	165
C. Sumber Tegangan Tinggi Pada Sepeda Motor	168
D. Kunci Kontak	173
E. Ignition Coil (Koil Pengapian)	173
F. Contact Breaker (Platina)	180
G. Kondensor	184
H. Busi	185
BAB V PEMERIKSAAN DAN PERBAIKAN SISTEM KELISTRIKAN	216
A. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Kelistrikan	216
B. Perawatan Berkala Sistem Kelistrikan	221
C. Sumber Kerusakan Sistem Kelistrikan	222
D. Mencari dan Mengatasi Kerusakan Baterai	226
E. Pemeriksaan dan Perbaikan Baterai	227
BAB VI SISTEM BAHAN BAKAR (FUEL SYSTEM)	246
J. Pendahuluan	246
K. Bahan Bakar	246
L. Perbandingan Campuran Udara dan Bahan Bakar (Air Fuel Ratio)	247
M. Sistem Bahan Bakar Konvensional (Karburator)	251
N. Sistem Bahan Bakar Injeksi (EFI)	276
O. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Bahan Bakar Konvensional (Karburator)	296
P. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Bahan Bakar Tipe Injeksi (EFI)	307

JILID 3

BAB VII SISTEM PEMINDAH TENAGA	319
A. Prinsip Pemindah Tenaga	319
B. Komponen Sistem Pemindah Tenaga	320
C. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Pemindah Tenaga	340
BAB VIII SISTEM REM DAN RODA (BREAK SYSTEM AND WHELL)	343
A. Pendahuluan	343
B. Rem Tromol (DRUM BRAKE)	343
C. Rem Cakram (DISC BRAKE)	346
D. Roda dan Ban (WHELL AND TYRE)	352
E. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Rem dan Roda	363
BAB IX SISTEM PELUMASAN DAN PENDINGINAN	370
A. Pelumasan	370
B. Pelumasan Pada Sepeda Motor Empat Langkah	372
C. Sistem Pelumasan Sepeda Motor Empat Langkah	373
D. Sistem Pelumasan Sepeda Motor Dua Langkah	381
E. Jenis Pelumas	385
F. Viskositas Minyak Pelumas	387
G. Sistem Pendinginan	388

BAB X KEMUDI, SUSPENSI DAN RANGKA	400
A. System Kemudi (Steering System)	400
B. System Suspensi (Suspension System)	401
C. Rangka (Frame)	408
BAB XI PERALATAN BENGKEL	412

LAMPIRAN :

DAFTAR PUSTAKA	A
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	B
LAMPIRAN – LAMPIRAN	C

BAB IV

SISTEM PENGAPIAN (IGNITION SYSTEM)

A. PENDAHULUAN

Sistem pengapian pada motor bensin berfungsi mengatur proses pembakaran campuran bensin dan udara di dalam silinder sesuai waktu yang sudah ditentukan yaitu pada akhir langkah kompresi. Permulaan pembakaran diperlukan karena, pada motor bensin pembakaran tidak bisa terjadi dengan sendirinya. Pembakaran campuran bensin-udara yang dikompresikan terjadi di dalam silinder setelah busi memercikkan bunga api, sehingga diperoleh tenaga akibat pemuaian gas (eksplosif) hasil pembakaran, mendorong piston ke TMB menjadi langkah usaha. Agar busi dapat memercikkan bunga api, maka diperlukan suatu sistem yang bekerja secara akurat. Sistem pengapian terdiri dari berbagai komponen, yang bekerja bersama-sama dalam waktu yang sangat cepat dan singkat.

B. SYARAT-SYARAT SISTEM PENGAPIAN

Ketiga kondisi di bawah ini adalah merupakan syarat penting yang harus dimiliki oleh motor bensin, agar mesin dapat bekerja dengan efisien yaitu:

1. Tekanan kompresi yang tinggi.
2. Saat pengapian yang tepat dan percikan bunga api yang kuat.
3. Perbandingan campuran bensin dan udara yang tepat.

Agar sistem pengapian bisa berfungsi secara optimal, maka sistem pengapian harus memiliki kriteria seperti di bawah ini:

1. Percikan Bunga Api Harus Kuat

Pada saat campuran bensin-udara dikompresi di dalam silinder, maka kesulitan utama yang terjadi adalah bunga api meloncat di antara celah elektroda busi sangat sulit, hal ini disebabkan udara merupakan tahanan listrik dan tahanannya akan naik pada saat dikompresikan. Tegangan listrik yang diperlukan harus cukup tinggi, sehingga dapat membangkitkan bunga api yang kuat di antara celah elektroda busi.

Terjadinya percikan bunga api yang kuat antara lain dipengaruhi oleh pembentukan tegangan induksi yang dihasilkan oleh sistem pengapian. Semakin tinggi tegangan yang dihasilkan, maka bunga api yang dihasilkan bisa semakin kuat. Penjelasan lebih jauh tentang pembentukan tegangan induksi yang baik dibahas pada bagian E sampai H (*koil pengapian sampai busi*). Namun secara garis besar agar diperoleh tegangan induksi yang baik dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini:

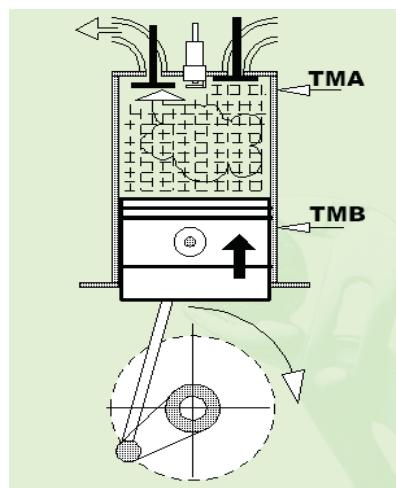
- a. Pemakaian koil pengapian yang sesuai
- b. Pemakaian kondensor yang tepat
- c. Penyetelan saat pengapian yang sesuai
- d. Penyetelan celah busi yang tepat
- e. Pemakaian tingkat panas busi yang tepat
- f. Pemakaian kabel tegangan yang tepat

2. Saat Pengapian Harus Tepat

Untuk memperoleh pembakaran, maka campuran bensin-udara yang paling tepat, maka saat pengapian harus sesuai dan tidak statis pada titik tertentu, saat pengapian harus dapat berubah mengikuti berbagai perubahan kondisi operasional mesin.

Saat Pengapian (Ignition Timing)

Saat pengapian dari campuran bensin dan udara adalah saat terjadinya percikan bunga api busi beberapa derajat sebelum Titik Mati Atas (TMA) pada akhir langkah kompresi. Saat terjadinya percikan waktunya harus ditentukan dengan tepat supaya dapat membakar dengan sempurna campuran bensin dan udara agar dicapai energi maksimum.

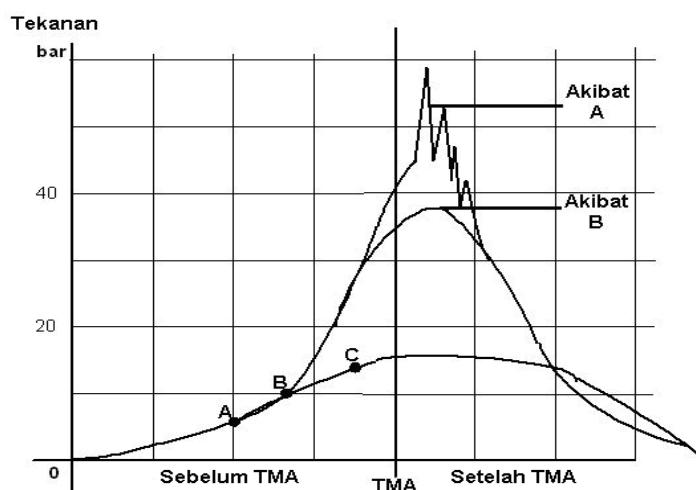


Gambar 4.1 Batas TMA dan TMB piston

Setelah campuran bahan bakar dibakar oleh bunga api, maka diperlukan waktu tertentu bagi api untuk perambatan di dalam ruangan bakar. Oleh sebab itu akan terjadi sedikit keterlambatan antara awal pembakaran dengan pencapaian tekanan pembakaran maksimum. Dengan demikian, agar diperoleh output maksimum pada engine dengan tekanan pembakaran mencapai titik tertinggi (*sekitar 10° setelah TMA*), periode perambatan api harus diperhitungkan pada saat menentukan saat pengapian (ignition timing).

Karena diperlukannya waktu untuk perambatan api, maka campuran bahan bakar – udara harus sudah dibakar sebelum TMA. Saat mulai terjadinya pembakaran campuran bahan bakar dan udara tersebut disebut dengan saat pengapian (*ignition timing*). Agar saat pengapian dapat disesuaikan dengan kecepatan, beban mesin dan lainnya diperlukan peralatan untuk merubah (memajukan atau memundurkan) saat pengapian. Salah satu diantaranya adalah dengan menggunakan vacuum advancer dan governor advancer untuk pengapian konvensional. Dalam sepeda motor biasanya disebut dengan unit pengatur saat pengapian otomatis atau ATU (Automatic Timing Unit). ATU akan mengatur pemajuan saat pengapian. Pada sepeda motor dengan sistem pengapian konvensional (menggunakan platina) ATU diatur secara mekanik sedangkan pada sistem pengapian elektronik ATU diatur secara elektronik. Penjelasan lebih jauh tentang ATU dibahas pada bagian I (*Tipe Sistem Pengapian Pada Sepeda Motor*).

Bila saat pengapian *dimajukan terlalu jauh* (lihat gambar 4.2 titik A) maka tekanan pembakaran maksimum akan tercapai sebelum 10° sesudah TMA. Karena tekanan di dalam silinder akan menjadi lebih tinggi dari pada pembakaran dengan waktu yang tepat, pembakaran campuran udara bahan bakar yang spontan akan terjadi dan akhirnya akan terjadi *knocking atau detonasi*.



Gambar 4.2 Posisi saat pengapian

Knocking merupakan ledakan yang menghasilkan gelombang kejutan berupa suara ketukan karena naiknya tekanan yang besar dan kuat yang terjadi pada akhir pembakaran. Knocking yang berlebihan akan mengakibatkan katup, busi dan torak terbakar. Saat pengapian yang terlalu maju juga bisa menyebabkan suhu mesin menjadi terlalu tinggi.

Sedangkan bila saat pengapian *dimundurkan terlalu jauh* (lihat gambar 4.2 titik C) maka tekanan pembakaran maksimum akan terjadi setelah 10° setelah TMA (saat dimana torak telah turun cukup jauh). Bila dibandingkan dengan pengapian yang waktunya tepat (gambar 4.2 titik B), maka tekanan di dalam silinder agak rendah sehingga output mesin menurun, dan masalah pemborosan bahan bakar dan lainnya akan terjadi. Saat pengapian yang tepat dapat menghasilkan tekanan pembakaran yang optimal.

3. Sistem Pengapian Harus Kuat dan Tahan

Sistem pengapian harus kuat dan tahan terhadap perubahan yang terjadi setiap saat pada ruang mesin atau perubahan kondisi operasional kendaraan; harus tahan terhadap getaran, panas, atau tahan terhadap tegangan tinggi yang dibangkitkan oleh sistem pengapian itu sendiri.

Komponen-komponen sistem pengapian seperti koil pengapian, kondensor, kabel busi (kabel tegangan tinggi) dan busi harus dibuat sedemikian rupa sehingga tahan pada berbagai kondisi. Misalnya dengan naiknya suhu di sekitar mesin, busi harus tetap tahan (tidak meleleh) agar bisa terus memberikan loncatan bunga api yang baik. Oleh karena itu, pemilihan tipe busi harus benar-benar tepat.

Begini pula dengan koil pengapian maupun kabel busi, walaupun terjadi perubahan suhu yang cukup tinggi (misalnya karena mesin bekerja pada putaran tinggi yang cukup lama), komponen tersebut harus mampu menghasilkan dan menyalurkan tegangan tinggi (induksi) yang cukup. Pemilihan tipe koil hendaknya tepat sesuai kondisi operasional sepeda motor yang digunakan.

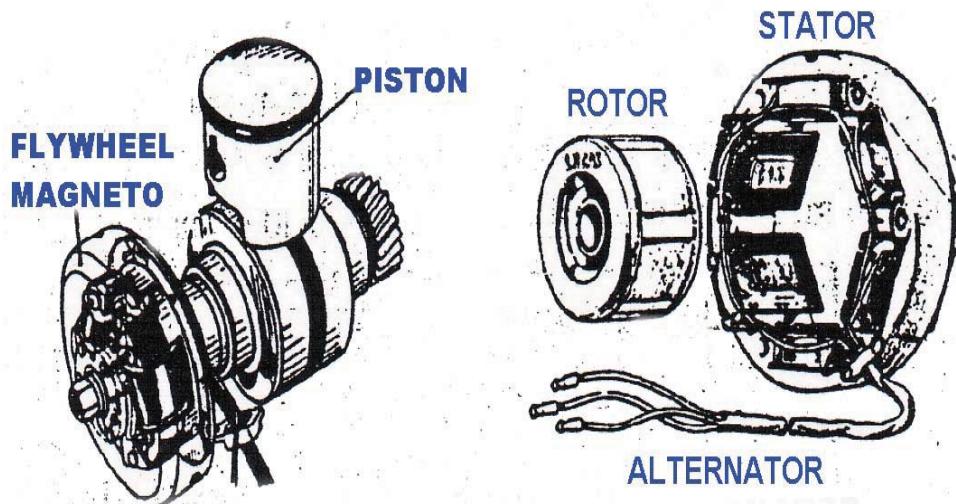
C. SUMBER TEGANGAN TINGGI PADA SEPEDA MOTOR

Untuk menjamin tersedianya tegangan pengapian yang tetap tinggi maka diperlukan sistem yang akurat. Sistem pengapian tegangan tinggi menghasilkan percikan bunga api di busi. Sumber tegangan pada sepeda motor dapat berasal dari:

1. Pengapian Langsung

Bentuk yang paling sederhana sumber tegangan pengapian adalah dengan menyediakan source coil (koil sumber pengapian) yang tergabung langsung dengan generator utama (alternator atau flywheel magneto). Keuntungannya adalah sumber tegangan tidak dipengaruhi oleh beban sistem kelistrikan mesin. Sedangkan kekurangannya adalah pada kecepatan mesin rendah, seperti pada saat menghidupkan (starting) mesin, tegangan yang keluar dari koiil sumber berkemungkinan tidak cukup untuk menghasilkan percikan yang kuat.

Arus listrik yang dihasilkan oleh alternator atau *flywheel magneto* adalah arus listrik AC (*Alternating Current*). Prinsip kerja alternator dan *flywheel magneto* sebenarnya adalah sama, perbedaannya hanyalah terletak pada penempatan atau konstruksi magnetnya. Pada *flywheel magneto* bagian magnet ditempatkan di sebelah luar spool (kumparan). Magnet tersebut berputar untuk membangkitkan listrik pada spool (kumparan) dan juga sebagai roda gila (*flywheel*) agar putaran poros engkol tidak mudah berhenti atau berat. Sedangkan pada alternator magnet ditempatkan di bagian dalam spool (kumparan). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut :



Gambar 4.3 Kontruksi Flywheel magneto dan Alternator

Pembangkit listrik AC pada sepeda motor baik model alternator ataupun model flywheel magneto terdiri dari beberapa buah kumparan kawat yang berbeda-beda jumlah lilitannya sesuai dengan fungsinya masing-masing, dan akan menghasilkan arus listrik apabila ada kutub-kutub magnet yang mempengaruhi kumparan tersebut. Kutub ini didapat

dari rotor magnet yang ditempatkan pada poros engkol, dan biasanya dilengkapi dengan empat atau enam buah magnet permanen dan arus listrik AC yang dihasilkan dapat berubah-ubah sekitar 50 kali per detik (50 cycle per second)

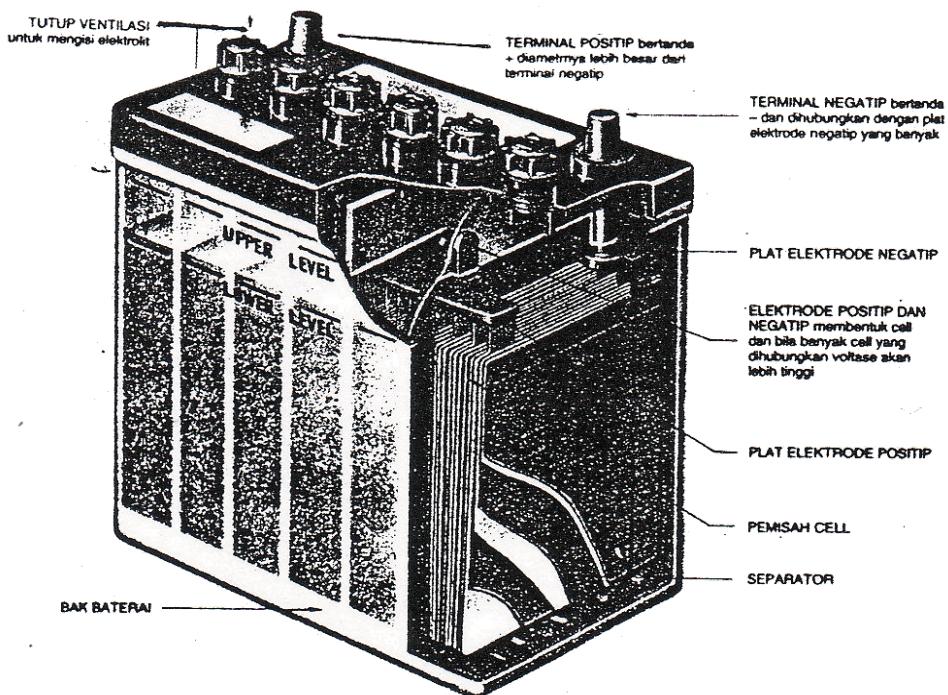
2. Pengapian Baterai

Selain dari sumber tegangan langsung di atas terdapat juga sumber tegangan alternatif dari sistem kelistrikan utama. Sistem ini biasanya terdapat pada mesin yang mempunyai sistem kelistrikan di mana baterai sebagai sumber tegangan sehingga mesin tidak dapat dihidupkan tanpa baterai. Hampir semua baterai menyediakan arus listrik tegangan rendah (12 V) untuk sistem pengapian.

Dengan sumber tegangan baterai akan terhindar kemungkinan terjadi masalah dalam menghidupkan awal mesin, selama baterai, rangkaian dan komponen sistem pengapian lainnya dalam kondisi baik.

Arus listrik DC (*Direct Current*) dihasilkan dari baterai (*Accumulator*). Baterai tidak dapat menciptakan arus listrik, tetapi dapat menyimpan arus listrik melalui proses kimia. Pada umumnya baterai yang digunakan pada sepeda motor ada dua jenis sesuai dengan kapasitasnya yaitu baterai 6 volt dan baterai 12 volt.

Di dalam baterai terdapat sel-sel yang jumlahnya tergantung pada kapasitas baterai itu sendiri, untuk baterai 6 volt mempunyai tiga buah sel sedangkan baterai 12 volt mempunyai enam buah sel yang berhubungan secara seri dan untuk setiap sel baterai menghasilkan tegangan kurang lebih sebesar 2,1 volt. Sementara untuk setiap sel terdiri dari dua buah pelat yaitu pelat positif dan pelat negatif yang terbuat dari timbal atau timah hitam (Pb). Pelat-pelat tersebut disusun bersebelahan dan diantara pelat dipasang pemisah (*Separator*) sejenis bahan non konduktor dengan jumlah pelat negatif lebih banyak dibandingkan dengan pelat positif untuk setiap sel baterainya.



Gambar 4.4 Konstruksi baterai

Pelat-pelat ini direndam dalam cairan elektrolit (H_2SO_4). Akibat terjadinya reaksi kimia antara pelat baterai dengan cairan elektrolit tersebut akan menghasilkan arus listrik DC (*Direct Current*). Adapun reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut :



PbO_2 = Timah peroksida

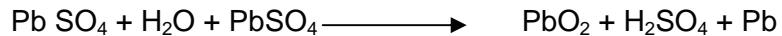
$PbSO_4$ = Sulfat Timah

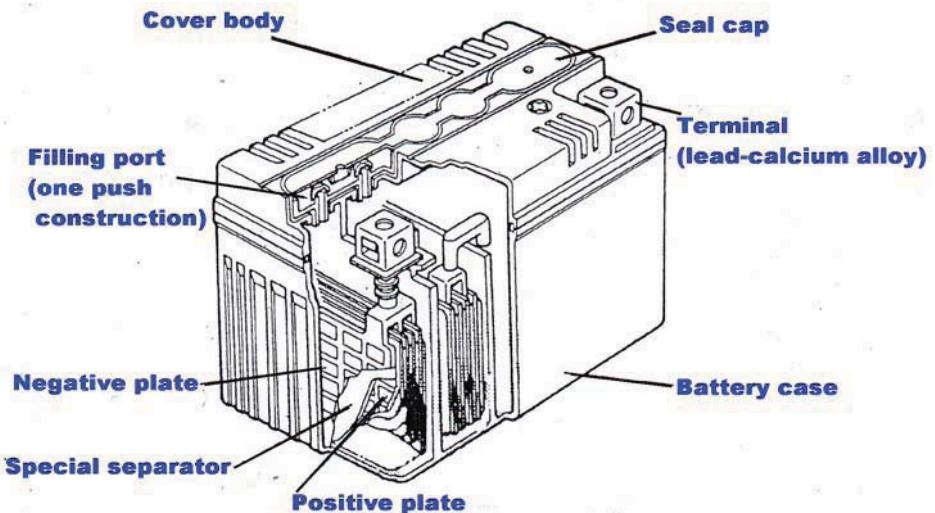
H_2SO_4 = Cairan Elektrolit

H_2O = Air

Jika baterai telah digunakan dalam jangka waktu tertentu maka arus listrik yang tersimpan di dalam baterai akan habis, oleh sebab itu diperlukan sistem untuk melakukan pengisian kembali. Sistem pengisian ini memanfaatkan arus dari kumparan yang terlebih dahulu disearahkan dengan menggunakan penyearah arus yang disebut dengan Cuprok (*Rectifier*).

Reaksi yang terjadi pada saat pengisian baterai adalah sebagai berikut :





Gambar 4.5 Konstruksi baterai kering

Pengaruh Tegangan Baterai pada Sistem Pengapian

Pada kehidupan sehari-hari kita sering membuat api yang digunakan untuk membakar sesuatu, tentunya kita memerlukan sumber api, seperti batu korek api yang digunakan untuk membakar gas dari dalam korek saat menyalakan rokok, kesempurnaan terbakarnya gas dalam korek sangat tergantung pada seberapa besar batu korek api dapat menghasilkan percikan api.

Gambaran sederhana di atas memiliki dasar yang sama dengan pembakaran di dalam silinder motor bensin. Baterai adalah sumber api utama pada sistem pengapian.

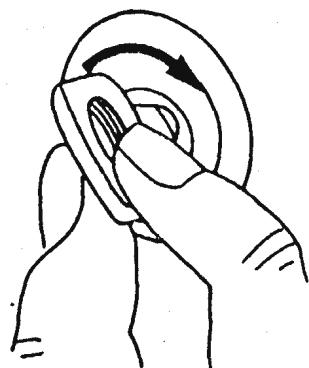
Kekuatan dari baterai dapat dinyatakan dengan tegangan (volt) yang dimiliki, artinya kekuatan baterai sebagai sumber api tergantung dari besar tegangannya. Lalu, bagaimana pengaruh tegangan baterai terhadap besarnya bunga api?

Sebagai ilustrasi lebih jauh mengenai pengaruh besarnya tegangan baterai terhadap sistem pengapian dapat kita amati dari kondisi tegangan jaringan listrik rumah dari PLN. Malam hari saat kita menyalakan beban listrik seperti setrika, kompor listrik, dan pompa air bersama-sama sering jaringan listrik rumah jatuh/terputus, padahal pada siang hari masih mampu hidup. Peristiwa ini menandakan bahwa tegangan listrik rumah turun dari nilai semestinya. Pernahkah Anda mengukur tegangan listrik dari PLN saat malam hari, dan membandingkannya dengan pengukuran siang hari?

Tegangan tinggi yang terinduksikan pada koil pengapian tergantung dari tegangan baterai, oleh karena itu baterai yang lemah tidak dapat memproduksi kemagnetan yang kuat. Sedangkan tegangan tinggi yang dapat diinduksikan bergantung pada kemagnetan yang terjadi

D. KUNCI KONTAK

Pada sistem pengapian, kunci kontak diperlukan untuk memutus-hubungkan rangkaian tegangan baterai ke koil pengapian terminal (15/IG/+) saat menghidupkan atau mematikan mesin.



Gambar 4.6 Kunci kontak

Bila kunci kontak posisi (On/IG/15), maka arus dari baterai akan mengalir ke terminal positif (+/15) koil pengapian, maka tegangan primer sistem pengapian siap untuk bekerja.

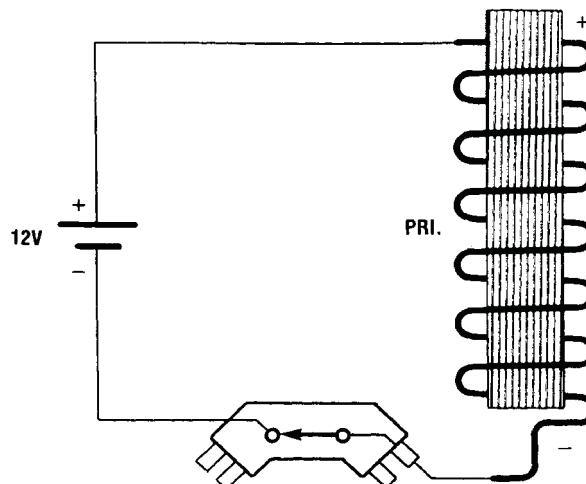
E. IGNITION COIL (KOIL PENGAPIAN)

Untuk menghasilkan percikan, listrik harus melompat melewati celah udara yang terdapat di antara dua elektroda pada busi. Karena udara merupakan isolator (penghantar listrik yang jelek), tegangan yang sangat tinggi dibutuhkan untuk mengatasi tahanan dari celah udara tersebut, juga untuk mengatasi sistem itu sendiri dan seluruh komponen

sistem pengapian lainnya. Koil pengapian mengubah sumber tegangan rendah dari baterai atau koil sumber (12 V) menjadi sumber tegangan tinggi (10 KV atau lebih) yang diperlukan untuk menghasilkan loncatan bunga api yang kuat pada celah busi dalam sistem pengapian.

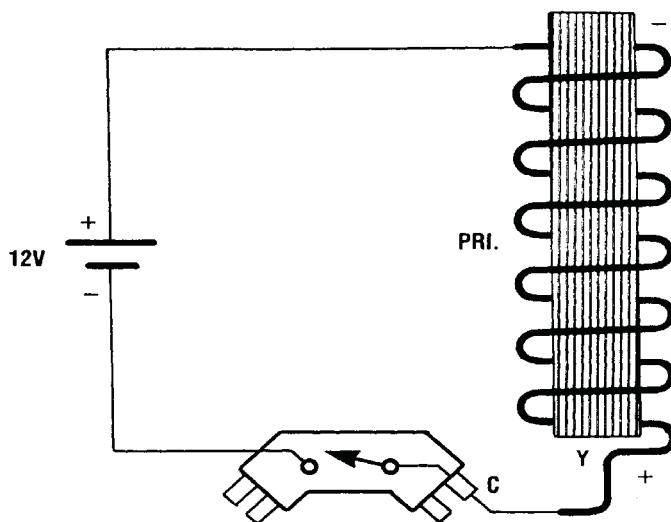
Pada koil pengapian, kumparan primer dan sekunder digulung pada inti besi. Kumparan-kumparan ini akan menaikkan tegangan yang diterima dari baterai menjadi tegangan yang sangat tinggi melalui induksi elektromagnetik. Inti besi (core) dikelilingi kumparan yang terbuat dari baja silicon tipis. Terdapat dua kumparan yaitu sekunder dan primer di mana lilitan primer digulung oleh lilitan sekunder.

Untuk mencegah terjadinya hubungan singkat (short circuit) maka antara lapisan kumparan disekat dengan kertas khusus yang mempunyai tahanan sekat yang tinggi. Ujung kumparan primer dihubungkan dengan terminal negatif primer, sedangkan ujung yang lainnya dihubungkan dengan terminal positif primer. Kumparan sekunder dihubungkan dengan cara serupa di mana salah satunya dihubungkan dengan kumparan primer lewat (pada) terminal positif primer yang lainnya dihubungkan dengan tegangan tinggi melalui suatu pagas dan keduanya digulung.



Gambar 4.7 Rangkaian primer ketika platina tertutup

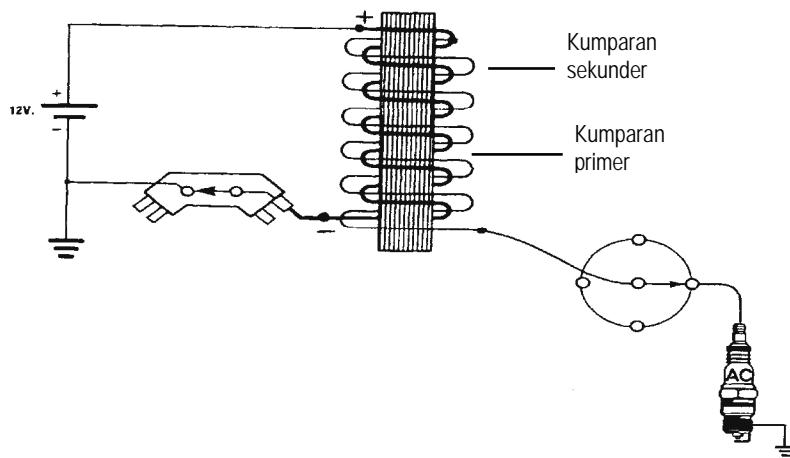
Medan magnet akan dibangkitkan pada saat arus mengalir pada gulungan (kumparan) primer. Garis gaya magnet yang dibangkitkan pada inti besin berlawanan dengan garis gaya magnet dalam kumparan primer.



Gambar 4.8 Rangkaian primer ketika platina terbuka

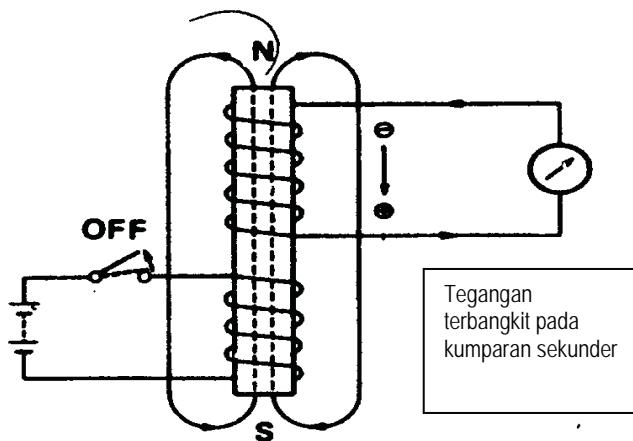
Arus yang mengalir pada rangkaian primer tidak akan segera mencapai maksimum, karena adanya perlawanan oleh induksi diri pada kumparan primer. Diperlukan waktu agar arus maksimum pada rangkaian primer dapat tercapai.

Bila arus mengalir dalam kumparan primer dan kemudian arus tersebut diputuskan tiba-tiba, maka akan dibangkitkan tegangan dalam kumparan primer berupa induksi sendiri sebesar 300 – 400 V, searah dengan arus yang mengalir sebelumnya. Arus ini kemudian mengalir dan disimpan untuk sementara dalam kondensator. Apabila platina menutup kembali maka muatan listrik yang ada dalam kondensator tersebut akan mengalir ke rangkaian, sehingga arus primer segera menjadi penuh.



Gambar 4.9 Hubungan Kumparan Primer dan Kumparan Sekunder

Jika dua kumparan disusun dalam satu garis (dalam satu inti besi) dan arus yang mengalir kumparan primer dirubah (diputuskan), maka akan terbangkitkan tegangan pada kumparan sekunder berupa induksi sebesar 10 KV atau lebih. Arahnya berlawanan dengan garis gaya magnet pada kumparan primer.

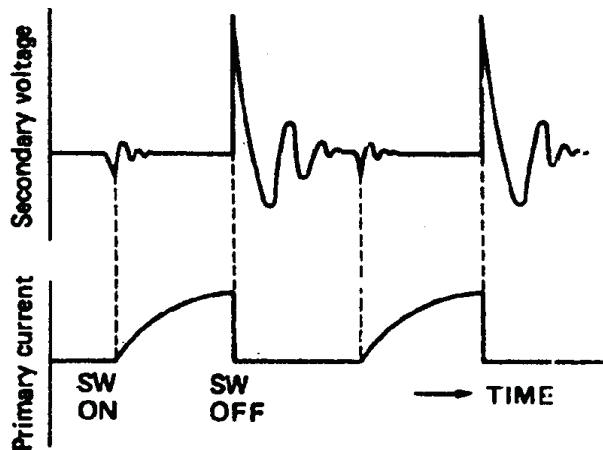


Gambar. 4.10 Terjadinya tegangan pada kumparan sekunder

Pada saat kunci kontak di-on-kan, arus mengalir pada gulungan primer (demikian juga saat kunci kontak off) garis gaya magnet yang telah terbentuk tiba-tiba menghilang, akibatnya pada kumparan sekunder terbangkit tegangan tinggi.

Sebaliknya apabila kunci kontak dihubungkan kembali, maka pada kumparan sekunder juga akan dibangkitkan tegangan dengan arah yang berlawanan dengan pembentukan garis gaya magnet pada kumparan primer (berlawanan dengan yang terjadi saat arus diputuskan).

Koil pengapian dapat membangkitkan tegangan tinggi apabila arus primer tiba-tiba diputuskan dengan membuka platina. Hubungan antara kumparan primer dan sekunder diperlihatkan pada diagram di bawah ini.



Gambar 4.11 Diagram hubungan antara kumparan primer dan sekunder

Besarnya arus primer yang mengalir tidak segera mencapai maksimum pada saat platina menutup, karena arus tidak segera mengalir pada kumparan primer. Adanya tahanan dalam kumparan tersebut, mengakibatkan perubahan garis gaya magnet yang terjadi juga secara bertahap. Tegangan tinggi yang terinduksi pada kumparan sekunder juga terjadi pada waktu yang sangat singkat.

Besarnya tegangan yang dibangkitkan oleh kumparan sekunder ditentukan oleh faktor-faktor sebagai berikut:

1. Banyaknya Garis Gaya Magnet
Semakin banyak garis gaya magnet yang terbentuk dalam kumparan, semakin besar tegangan yang diinduksi.
2. Banyaknya Kumparan
Semakin banyak lilitan pada kumparan, semakin tinggi tegangan yang diinduksikan.
3. Perubahan Garis Gaya Magnet
Semakin cepat perubahan banyaknya garis gaya magnet yang dibentuk pada kumparan, semakin tinggi tegangan yang dibangkitkan kumparan sekunder.

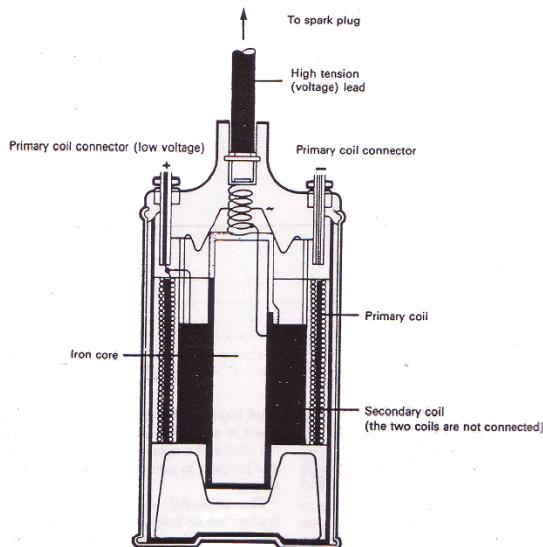
Untuk memperbesar tegangan yang dibangkitkan pada kumparan sekunder, maka arus yang masuk pada kumparan primer harus sebesar mungkin dan pemutusan arus primer harus secepat mungkin.

1. Tipe Koil Pengapian

Terdapat tiga tipe utama koil pengapian yang umum digunakan pada sepeda motor, yaitu:

a. Tipe Canister

Tipe ini mempunyai inti besi di bagian tengahnya dan kumparan sekunder mengelilingi inti besi tersebut. Kumparan primernya berada di sisi luar kumparan sekunder. Keseluruhan komponen dirakit dalam satu rumah di logam canister. Kadang-kadang canister diisi dengan oli (pelumas) untuk membantu meredam panas yang dihasilkan koil. Konstruksi tipe canister seperti terlihat pada gambar 4.13 di bawah ini.

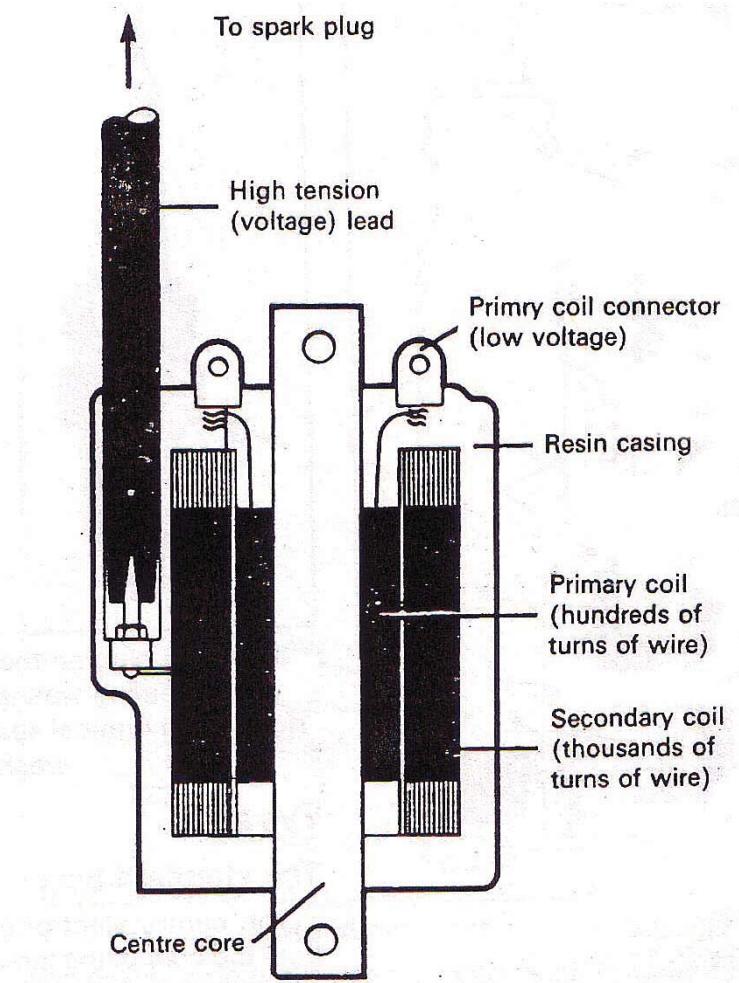


Gambar 4.12 Koil pengapian tipe Canister

b. Tipe Molded

Tipe moulded coil merupakan tipe yang sekarang umum digunakan. Pada tipe ini inti besi di bagian tengahnya dikelilingi oleh kumparan primer, sedangkan kumparan sekunder berada di sisi luarnya. Keseluruhan komponen dirakit kemudian dibungkus dalam resin (damar) supaya tahan terhadap getaran yang biasanya ditemukan dalam sepeda motor.

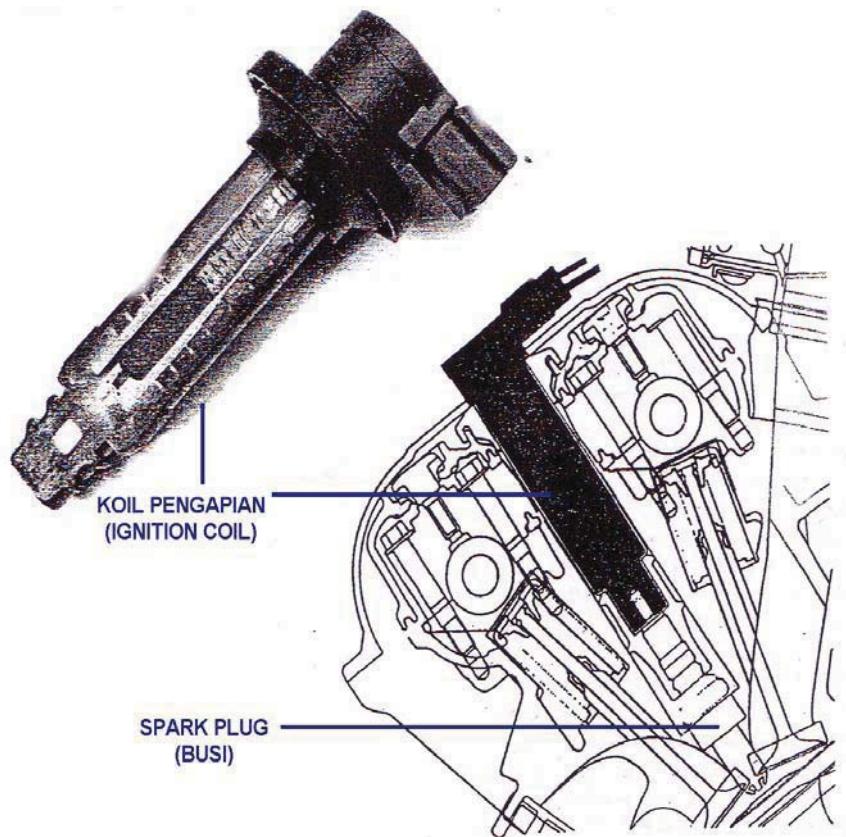
Tipe moulded coil menjadi pilihan yang populer sebab konstruksinya yang tahan dan kuat. Pada mesin multicylinder (silinder banyak) biasanya satu coil melayani dua busi karena mempunyai dua kabel tegangan tinggi dari kumparan sekunder.



Gambar 4.13 Koil pengapian tipe Moulded

c. **Tipe Koil gabungan (menyatu) dengan tutup busi (spark plug)**

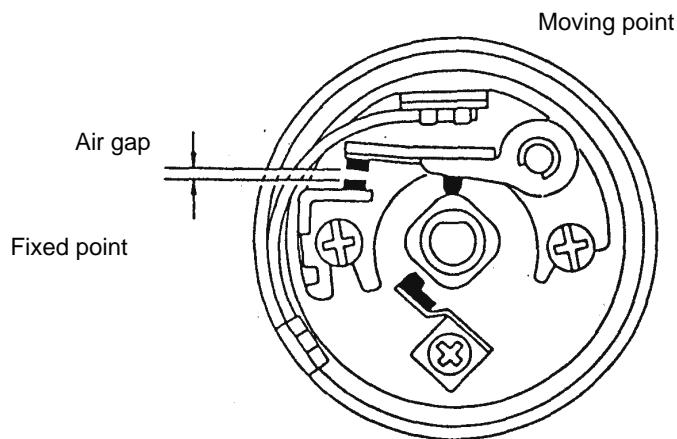
Tipe koil ini merupakan tipe paling baru dan sering disebut sebagai koil batang (stick coil). Ukuran besar dan beratnya lebih kecil dibanding tipe moulded coil dan keuntungan palng besar adalah koil ini tidak memerlukan kabel tegangan tinggi.



Gambar 4.14 Tipe koil pengapian yang menyatu dengan tutup busi

F. CONTACT BREAKER (PLATINA)

Platina pada sistem pengapian berfungsi untuk memutus-hubungkan tegangan baterai ke kumparan primer. Platina bekerja seperti switch (saklar) yang menyalurkan supply listrik ke kumparan primer koil dan memutuskan aliran listrik untuk menghasilkan induksi. Pembukaan dan penutupan platina digerakkan secara mekanis oleh cam/nok yang menekan bagian tumit dari platina pada interval waktu yang ditentukan.



Gambar 4.15 Konstruksi platina

Pada saat poros berputar maka nok akan mendorong lengan platina kearah kontak membuka dan selanjutnya apabila nok terus berputar lebih jauh maka platina akan kembali pada posisi menutup demikian seterusnya.

Pada waktu platina menutup, maka arus mengalir ke rangkaian primer sehingga inti besi pada koil pengapian akan jadi magnet. Saat platina membuka, maka kemagnetan inti besi akan hilang dengan tiba-tiba. Kehilangan kemagnetan pada inti besi tersebut akan dapat membangkitkan tegangan tinggi (induksi) pada kumparan sekunder. Tegangan tinggi akan disalurkan ke busi, sehingga timbul loncatan bunga api pada celah elektroda busi untuk membakar campuran bensin dan udara pada akhir langkah kompresi.

Permukaan kontak platina dapat terbakar oleh percikan bunga api tegangan tinggi yang dihasilkan oleh induksi diri pada kumparan primer, oleh karena itu platina harus diperiksa dan diganti secara periodis. Karena platina sangat penting untuk menentukan performa sistem pengapian (konvensional), maka dalam pemeriksannya perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut;

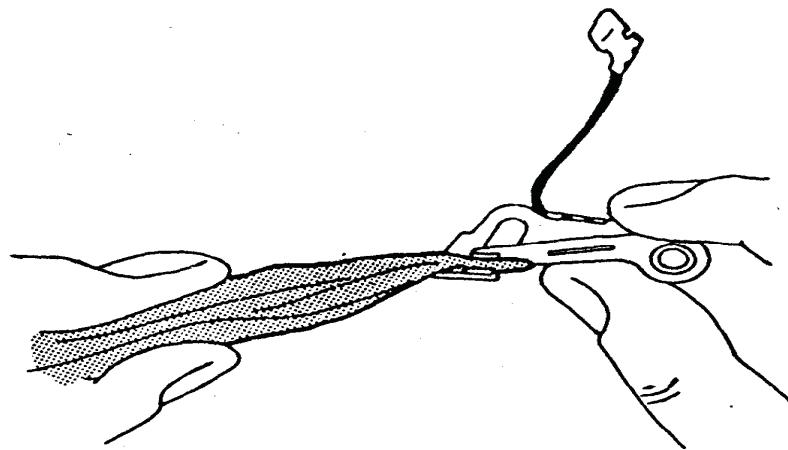
1. Tahanan kontak platina

Oksidasi/kerak kotoran yang terjadi pada permukaan permukaan platina akan semakin bertambah dan semakin buruk sebanding umur pemakaianya. Bertambahnya lapisan oksidasi membuat permukaan platina semakin kasar/kotor dan memperbesar tahanannya, sehingga aliran arus pada rangkaian primer koil menjadi berkurang.

Faktor-faktor di bawah ini menyebabkan tahanan kontak platina semakin bertambah, yaitu:

a. *Gemuk Menempel pada Permukaan Celah Kontak*

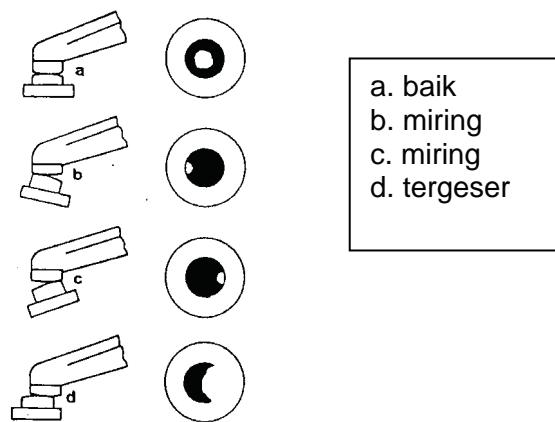
Jika bahan ini melekat pada kontak platina, maka kontak akan bertambah hangus oleh loncatan bunga api, sehingga menambah tahanan kontak. Oleh karena itu, pada saat mengganti kontak platina harus diperhatikan agar oli atau gemuk tidak menempel pada celah kotak.



Gambar 4.16 Cara membersihkan celah platina

Usahakan selalu membersih-kan celah kontak (air gap) saat akan melakukan pemasangan.

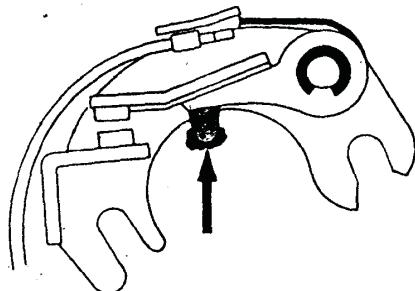
a. *Titik Kontak Tidak Lurus*



Gambar 4.17 Posisi atau kedudukan kontak platina

Posisi/kedudukan kontak platina sebaiknya seperti pada gambar a. Kedudukan kontak platina yang salah seperti gambar b, c dan (D3) dapat menyebabkan aliran arus pada rangkaian primer tidak optimal sehingga mempengaruhi besarnya induksi yang dihasilkan koil pengapian tersebut.

2. Celah Tumit Ebonit

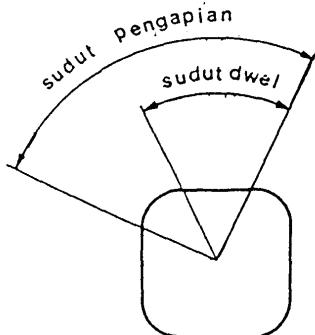


Gambar 4.18 Tumit ebonit

Untuk menghindari aus yang terlalu cepat, sebaiknya beri gemuk pada tumit ebonit tersebut. Jika tumit ebonit aus dapat menyebabkan platina tidak bisa terbuka saat cam berputar sehingga sehingga tidak akan terjadi loncatan bunga api dan mesin bisa mati.

3. Sudut Dwell

Sudut pengapian merupakan sudut yang diperlukan untuk satu kali pengapian pada satu silinder motor. Di mana secara detail dapat diterangkan sebagai sudut putar nok/cam saat platina mulai membuka sampai platina mulai membuka pada tonjolan nok/kam berikutnya



Gambar 4.19 Perbedaan sudut pengapian dengan sudut dwell

Berdasarkan gambar di samping, sudut dwell adalah lamanya posisi platina dalam keadaan menutup. Oleh karena Dengan memperbesar celah platina sudut dwell menjadi kecil, dan sebaliknya bila celah platina diperkecil maka sudut dwell akan menjadi besar.

Sudut dwell yang terlalu besar dapat menyebabkan kemungkinan percikan busi pada sistem pengapian terlambat, putaran mesin kasar, tidak optimalnya fungsi kondenser, dan sebagainya. Sedangkan sudut dwell yang terlalu kecil, dapat menyebabkan kemungkinan percikan bunga api yang lemah/kecil, mesin overheating (mesin terlalu panas), performa mesin jelek dan sebagainya.

G. KONDENSOR

Saat arus primer mengalir akan terjadi hambatan pada arus tersebut, hal ini disebabkan oleh induksi diri yang terjadi pada waktu arus mengalir pada kumparan primer. Induksi diri tidak hanya terjadi pada waktu arus primer mengalir, akan tetapi juga pada waktu arus primer diputuskan oleh platina saat mulai membuka.

Pemutusan arus primer yang tiba-tiba pada waktu platina membuka, menyebabkan bangkitnya tegangan tinggi sekitar 500 V pada kumparan primer. Induksi diri tersebut, menyebabkan sehingga arus prima tetap mengalir dalam bentuk bunga api pada celah kontak. Hal ini terjadi karena gerakan pemutusan platina cenderung lebih lambat dibanding gerakan aliran listrik yang ingin terus melanjutkan alirannya ke masa/ground. Jika terjadi loncatan bunga api pada platina tersebut saat platina mulai membuka, maka pemutusan arus primer tidak terjadi dengan cepat, padahal tegangan yang dibangkitkan pada kumparan sekunder naik bila pemutusan arus primer lebih cepat.

Untuk mencegah terjadinya loncatan bunga api pada platina seperti percikan api pada busi, maka dipasang kondensor pada rangkaian pengapian. Pada umumnya kondensor dipasang (dirangkai) secara paralel dengan platina. .



Gambar 4.20 Kondensor

Dengan adanya kondensor, maka induksi diri pada kumparan primer yang terjadi waktu platina membuka, disimpan sementara pada kondensor, sekaligus akan mempercepat pemutusan arus primer

Kemampuan dari suatu kondensor ditunjukkan oleh seberapa sebesar kapasitasnya. Kapasitas kondensor diukur am satuan mikro farad (μf), misalnya kapasitor dengan kapasitas $0,22 \mu\text{f}$ atau $0,25 \mu\text{f}$. Agar fungsi kondensor bisa benar-benar mencegah terbakarnya platina karena adanya loncatan bunga api pada paltina tersebut, maka kapasitas kondensor harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

H. BUSI



Gambar 4.21 Busi

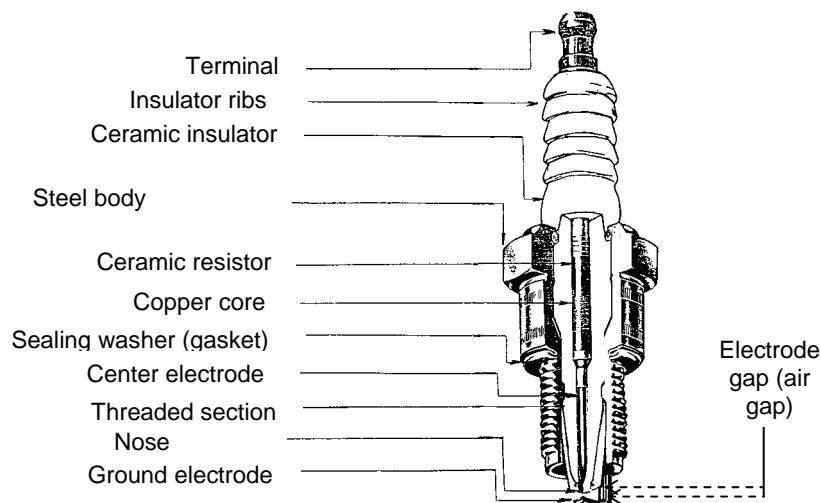
Tegangan tinggi yang dihasilkan oleh kumparan sekunder koil pengapian, setelah melalui rangkaian tegangan tinggi akan dikeluarkan diantara elektroda tengah (elektroda positif) dan elektroda sisi (elektroda negatif) busi berupa percikan bunga api. Tujuan adanya busi dalam hal ini adalah untuk mengalirkan pulsa atau arus tegangan tinggi dari tutup (terminal) busi ke bagian elektroda tengah ke elektroda sisi melewati celah udara dan kemudian berakhir ke masa (ground).

Busi merupakan bagian (komponen) sistem pengapian yang bisa habis, dirancang untuk melakukan tugas dalam waktu tertentu dan harus diganti dengan yang baru jika busi sudah aus atau terkikis.

1. Konstruksi busi

Bagian paling atas dari busi adalah terminal yang menghubungkan kabel tegangan tinggi. Terminal ini berhubungan dengan elektroda tengah yang biasanya terbuat dari campuran nikel agar tahan terhadap panas dan elemen perusak dalam bahan bakar, dan sering mempunyai inti tembaga untuk membantu membuang panas.

Pada beberapa busi elektroda terbuat dari campuran perak, platina, paladium atau emas. Busi-busi ini dirancang untuk memberikan ketahanan terhadap erosi yang lebih besar serta bisa tetap bagus.



Gambar 4.22 Konstruksi busi

Elektroda tengah melewati isolator (penyekat) keramik yang terdapat pada bagian luarnya. Isolator ini berfungsi untuk melindungi elektroda tengah dari kebocoran listrik dan melindungi dari panas mesin. Untuk mencegah kebocoran gas terdapat seal (perapat) antara elektroda tengah dengan isolator dan antara isolator dengan bodi busi.

Bodi busi dibuat dari baja dan biasanya diberi pelat nikel untuk mencegah korosi. Bagian atas luar bodi berbentuk hexagon (sudut segi enam) yang berfungsi untuk mengeraskan (memasang) dan

mengendorkan (membuka) busi. Pada bagian bawahnya dibuat ulir agar busi bisa disekrupkan (dipasang) ke kepala silinder. Pada bagian ujung bawah busi terdapat elektroda sisi atau elektroda negatif. Elektroda ini dilas ke bodi busi untuk jalur ke masa saat terjadi percikan.

Terdapat dua tipe dudukan (seat) busi yaitu berbentuk datar dan kerucut. Dudukan busi merupakan bagian dari bodi busi pada bagian atas ulir yang akan bertemu/berpasangan dengan kepala silinder. Jika dudukan businya berbentuk datar, maka terdapat cincin perapatan (sealing washer), sebaliknya jika dudukannya berbentuk kerucut maka tidak memerlukan cincin perapatan.

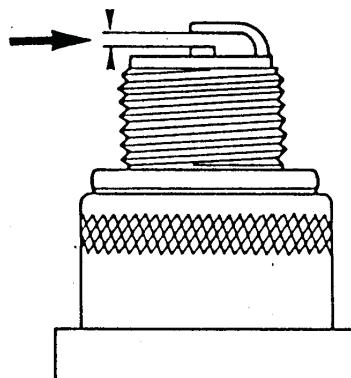
Kemampuan dalam menghasilkan bunga api tergantung pada beberapa faktor, antara lain sebagai berikut:

a. *Bentuk elektroda busi*

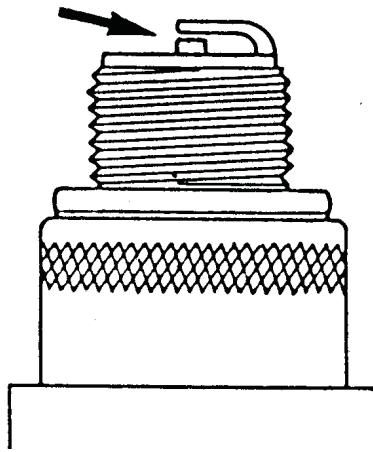
Elektroda busi yang bulat akan mempersulit lompatan bunga api sedangkan bentuk persegi dan runcing dan tajam akan mempermudah loncatan api. Elektroda tengah busi akan membulat setelah dipakai dalam waktu lama, oleh karena itu loncatan bunga api akan menjadi lemah dan menyebabkan terjadinya kesalahan pengapian, sebaliknya elektroda yang tipis atau tajam akan mempermudah percikan bunga api, akan tetapi umur penggunaannya menjadi pendek karena lebih cepat aus

b. *Celah Busi*

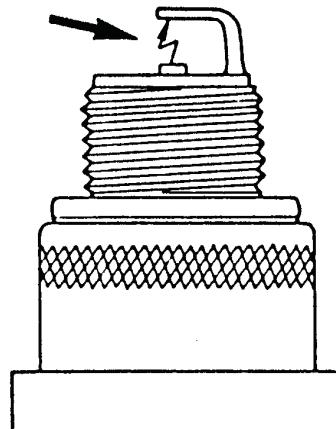
Bila celah elektroda busi lebih besar, bunga api akan menjadi sulit melompat dan tegangan sekunder yang diperlukan untuk itu akan naik. Bila elektroda busi telah aus, berarti celahnya bertambah, loncatan bunga api menjadi lebih sulit sehingga akan menyebabkan terjadinya kesalahan pengapian.



Celah elektroda untuk sepeda motor (tanda panah pada gambar di samping) biasanya 0,6-0,7mm (untuk lebih jelasnya lihat buku Manual atau katalog busi)



Gambar di samping adalah celah elektroda yang terlalu kecil. Hal ini akan berakibat; bunga api lemah, elektroda cepat kotor, khususnya pada mesin 2 tak (two stroke).



Gambar di samping adalah celah elektroda yang terlalu besar. Hal ini akan berakibat kebutuhan tegangan untuk meloncatkan bunga api lebih tinggi. Isolator-isolator bagian tegangan tinggi cepat rusak karena dibe-bani tegangan pengapian yang luar biasa tingginya.

Jika sistem pengapian tidak dapat memenuhi kebutuhan tersebut, mesin mulai hidup tersen-dat-sendat pada beban penuh. Selain itu, celah busi yang terlalu besar juga bisa menyebabkan mesin agak sulit dihidupkan.

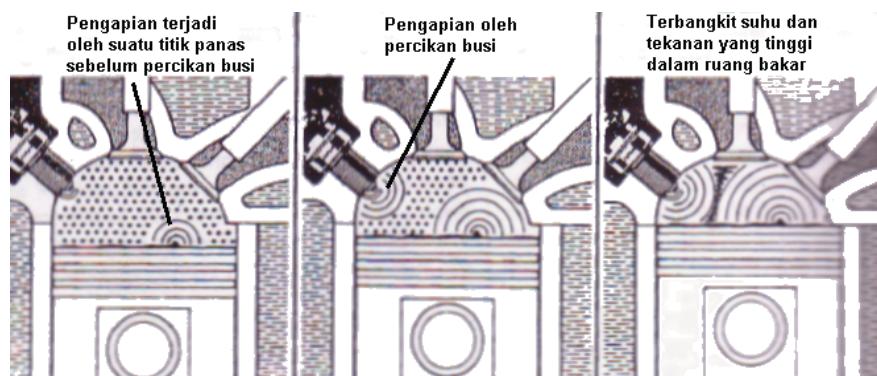
c. Tekanan Kompressi

Bila tekanan kompresi meningkat, maka bunga api pun akan menjadi semakin sulit untuk meloncat dan tegangan yang dibutuhkan semakin tinggi, hal ini juga terjadi pada saat beban berat dan kendaraan bejalan lambat dengan kecepatan rendah dan katup gas terbuka penuh. Tegangan pengapian yang dibutuhkan juga naik bila suhu campuran udara-bahan bakar turun.

2. Tingkat Panas Busi

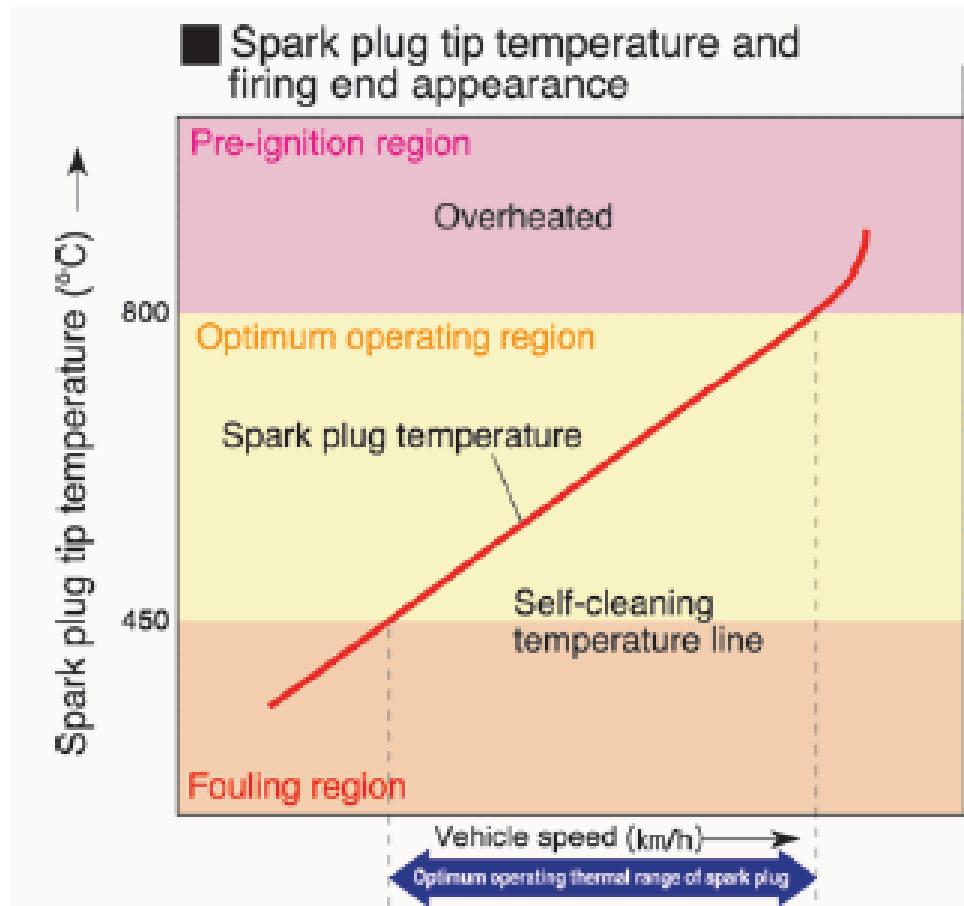
Elektroda busi harus dipertahankan pada suhu kerja yang tepat, yaitu antara 400°C sampai 800°C . Bila suhu elektroda tengah kurang dari 400°C , maka tidak akan cukup untuk membakar endapan karbon yang dihasilkan oleh pembakaran sehingga karbon tersebut akan melekat pada permukaan insulator, sehingga akan menurunkan tahanan dengan rumahnya. Akibatnya, tegangan tinggi yang diberikan ke elektroda tengah akan menuju ke massa tanpa meloncat dalam bentuk bunga api pada celah elektroda, sehingga mengakibatkan terjadinya kesalahan pembakaran (*misfiring*).

Bila suhu elektroda tengah melebihi 800°C , maka akan terjadi peningkatan kotoran oksida dan terbakarnya elektroda tersebut. Pada suhu 950°C elektroda busi akan menjadi sumber panas yang dapat membakar campuran bahan bakar tanpa adanya bunga api, hal ini disebut dengan istilah *pre-ignition* yaitu campuran bahan bakar dan udara akan terbakar lebih awal karena panas elektroda tersebut sebelum busi bekerja memercikkan bunga api (busi terlalu panas sehingga dapat membakar campuran dengan sendirinya). Jika terjadi *pre-ignition*, maka daya mesin akan turun, karena waktu pengapian tidak tepat dan elektroda busi atau bahkan piston dapat retak, leleh sebagian atau bahkan lumer.



Gambar 4.23 Ilustrasi urutan terjadinya pre-ignition

Busi yang ideal adalah busi yang mempunyai karakteristik yang dapat beradaptasi terhadap semua kondisi operasional mesin mulai dari kecepatan rendah sampai kecepatan tinggi. Seperti disebutkan di atas busi dapat bekerja dengan baik bila suhu elektroda tengahnya sekitar 400°C sampai 800°C . Pada suhu tersebut karbon pada insulator akan terbakar habis. Batas suhu operasional terendah dari busi disebut dengan *self-cleaning temperature* (busi mencapai suhu membersihkan dengan sendirinya), sedangkan batas suhu tertinggi disebut dengan istilah *pre-ignition*.



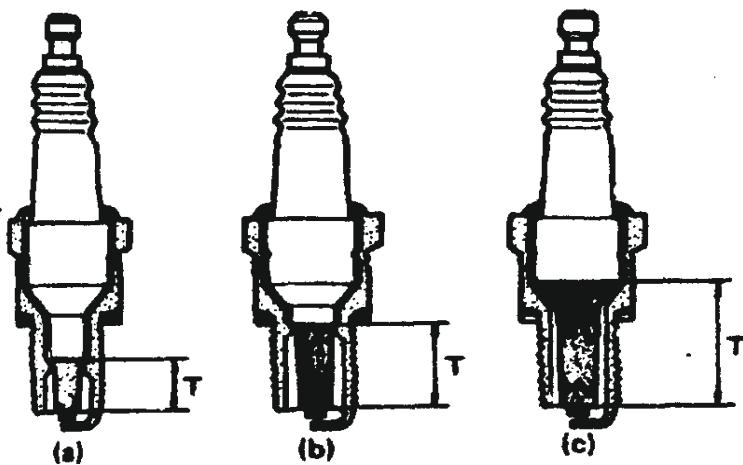
Gambar 4.24 Grafik batas suhu operasional busi yang baik antara 450°C sampai 800°C

Firing end appearance	Effect
 Overheated	May cause pre-ignition
 Good	
 Fouled	May lead to loss of sparks (misfire)

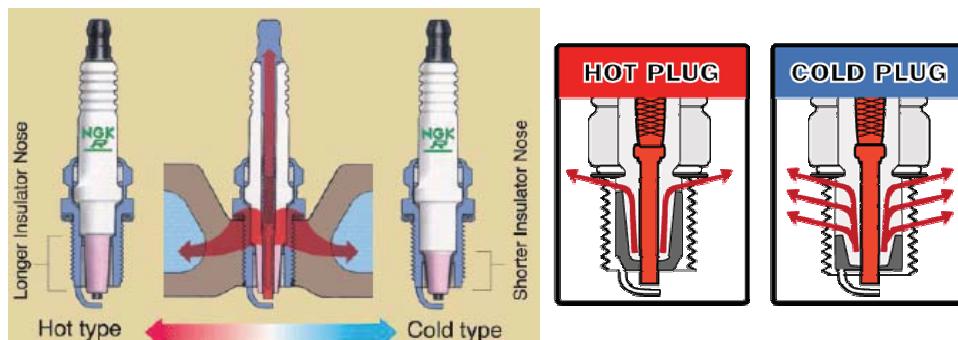
Gambar 4.25 Pengaruh suhu operasional busi

Tingkat panas dari suatu busi adalah jumlah panas yang dapat disalurkan/dibuang oleh busi. Busi yang dapat menyalurkan/membuang panas lebih banyak dan lebih cepat disebut busi dingin (cold type), karena busi itu selalu dingin, sedangkan busi yang lebih sedikit/susah menyalurkan panas disebut busi panas (hot type), karena busi itu sendiri tetap panas.

Pada busi terdapat kode abjad dan angka yang menerangkan struktur busi, karakter busi dan lain-lain. Kode-kode tersebut berbeda-beda tergantung pada pabrik pembuatnya, tetapi biasanya semakin besar nomornya menunjukkan semakin besar tingkat penyebaran panas; artinya busi makin dingin. Semakin kecil nomornya, busi semakin panas.



Gambar 4.26 Tingkat panas busi (a) busi dingin, (b) busi sedang, dan (c) busi panas



Gambar 4.27 Bentuk ujung insulator busi panas dan busi dingin

Panjang insulator bagian bawah busi dingin dan busi panas berbeda seperti ditunjukkan gambar di atas. Busi dingin mempunyai insulator yang lebih pendek seperti pada gambar 4.26 bagian (a), karena permukaan penampang yang berhubungan dengan api sangat kecil dan rute penyebaran panasnya lebih pendek, jadi penyebaran panasnya sangat baik dan suhu elektroda tengah tidak naik terlalu tinggi, oleh sebab itu jika dipakai busi dingin *pre ignition* lebih sulit terjadi.

Sebaliknya karena busi panas mempunyai insulator bagian bawah yang lebih panjang, maka luas permukaan yang berhubungan dengan api lebih besar, rute penyebaran panas lebih panjang, akibatnya temperatur elektroda tengah naik cukup tinggi dan *self-cleaning temperature* dapat dicapai lebih cepat, meskipun pada kecepatan yang rendah dibandingkan dengan busi dingin.

Pada mesin-mesin yang selalu beroperasi pada kecepatan tinggi, biasanya kondisi mesin berada pada suhu yang cenderung panas. Oleh karena itu diperlukan busi yang mempunyai tingkat pembuangan panas dari elektroda lebih cepat. Dalam hal ini perlu dipilih tipe busi dingin. Sebaliknya bila mesin cenderung beroperasi pada kecepatan rendah, maka panas harus dipertahankan dalam elektroda busi lebih lama. Dalam hal ini perlu dipilih busi panas.

3. Tipe-Tipe Busi

Terdapat beberapa macam tipe busi, diantaranya:

a. *Busi Tipe Standar (Standard Type)*

Busi dengan ujung elektroda tengah saja yang menonjol keluar dari diameter rumah yang berulir (threaded section) disebut busi standar. Ujung insulator (nose insulator) tetap berada di dalamnya (tidak menonjol).

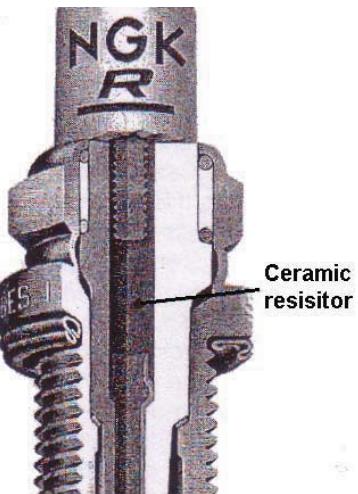


Gambar 4.28 Busi standar

Tipe busi ini biasa-nya cocok untuk mesin-mesin dengan tahun pem-buatan lebih tua

b. *Busi Tipe Resistor (Resistor Type)*

Busi dengan tipe resistor merupakan busi yang dibagian dalam elektroda tengah dekat daerah loncatan api dipasangkan (disisipkan) sebuah resistor (sekitar 5 kilo ohm). Tujuan pemasangan resistor tersebut adalah untuk memperlemah gelombang-gelombang elektromagnet yang ditimbulkan oleh loncatan pengapian, sehingga bisa mengurangi gangguan (interferensi) radio dan peralatan telekomunikasi yang dipasang disekitarnya maupun yang dipasang pada mobil lain.

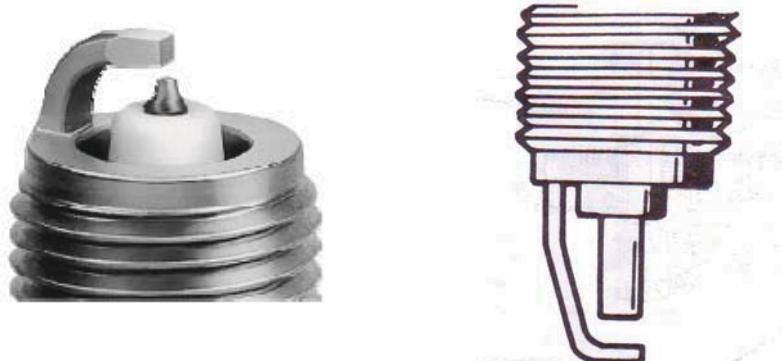


Gambar 4.29 Busi tipe resistor

c. *Busi dengan Elektroda yang Menonjol (Projected Nose Type)*

Busi dengan elektroda yang menonjol maksudnya adalah busi dengan ujung elektroda tengah dan ujung insulator sama-sama menonjol keluar. Suhu elektroda akan lebih cepat naik dibanding tipe busi standar karena busi tipe ini menonjol ke ruang bakar, sehingga dapat membantu menjaga busi tetap bersih.

Selain itu, pada putaran mesin yang tinggi, efek pendinginan yang datang dari campuran bahan bakar (bensin) dan udara akan meningkat, sehingga dapat juga membantu menjaga busi beroperasi dalam suhu kerjanya. Hal ini akan mempunyai kecenderungan mengurangi *pre-ignition*. Busi tipe ini cocok untuk mesin-mesin modern namun tertentu saja. Oleh karena itu, hindari penggunaan busi tipe ini pada mesin yang tidak direkomendasikan karena dapat menyebabkan gangguan pada katup maupun piston serta kerusakan mesin.



Gambar 4.30 Tipe busi dengan elektroda yang menonjol

d. *Busi dengan Pengeluaran Percikan dari Dua Sisi atau ke Body (Semi-Surface Discharge Plugs)*

Busi tipe ini dirancang agar lintasan percikan bunga api yang terjadi melompat ke sisi elektroda atau langsung ke body. Hal ini akan membantu menjaga busi tetap bersih karena percikannya efektif mampu membakar setiap deposit (endapan) karbon. Dengan menggunakan elektroda negatif yang berada di sisi bisa membantu membakar campuran bensin dan udara lebih sempurna karena ujung elektroda tengah tidak tertutup elektroda negatif tersebut.



Gambar 4.31 Tipe busi semi-surface disharge

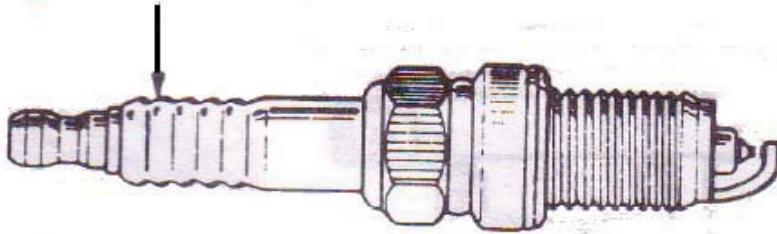
e. *Busi dengan Elektroda Platinum*

Kemampuan pengapian yang telah dijelaskan juga berlaku untuk busi dengan ujung elektroda platinum. Ujung elektroda tengah dan elektroda masa dilapisi dengan lapisan platinum untuk memperpanjang umur busi. Tipe busi ini sudah beredar dan sering digunakan meskipun harganya lebih mahal.

Perbedaannya dengan busi biasa yaitu sebagai berikut:

- 1) Untuk menyempurnakan kemampuan pengapian, maka diameter elektroda tengahnya diperkecil sampai 1,1 mm (busi biasa diameter elektrodanya 2,5 mm), dan celah elektroda busi dengan platinum adalah 1,1 mm.
- 2) Ujung elektroda dilapisi dengan platinum untuk mengurangi keausan elektroda, hal ini membuat waktu pemeriksaan dan penyetelan celah elektroda menjadi semakin lama, sampai 100.000 km.
- 3) Lebar bidang rata bagian segi enamnya diperkecil dari 20,6 mm pada busi biasa, menjadi 16 mm (busi platinum) dengan tujuan untuk mengurangi berat dan ukurannya serta meningkatkan pendinginan busi.
- 4) Untuk mempermudah membedakan busi ini dengan busi biasa tanpa membukanya dari mesin, maka busi platinum biasanya ditandai dengan 3 - 5 garis biru tua atau merah mengelilingi insulatornya.

Terdapat lima garis biru pada insulator



Gambar 4.32 Busi platinum

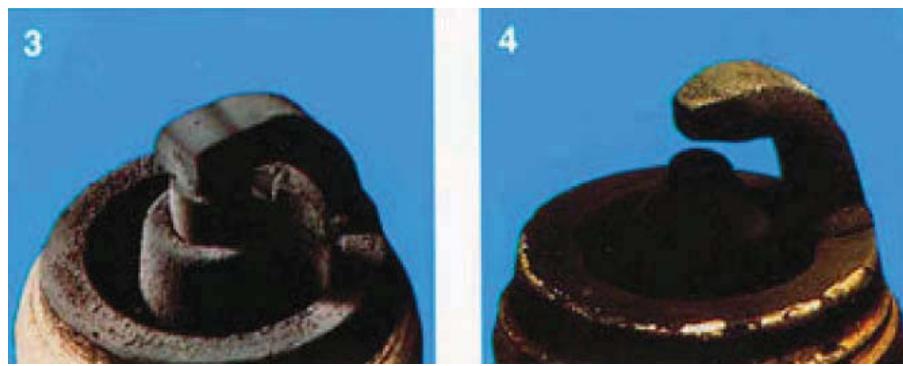
4. Analisis Busi

Berdasarkan foto-foto busi berikut ini, maka kita dapat melakukan analisanya sebagai berikut:



Gambar 4.33 Contoh kerusakan busi 1 dan 2

Berdasarkan gambar 4.33 di atas dapat dianalisis yaitu kondisi busi terlihat normal. Ujung insulator busi berwarna putih keabu-abuan, tetapi dapat juga kuning atau coklat keabu-abuan. Hal ini mengindikasikan bahwa mesin beroperasi bagus dan pemakaian tingkat panas busi telah benar.



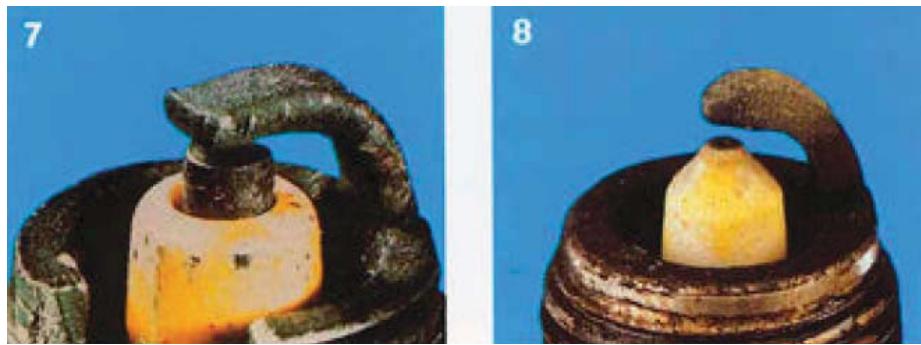
Gambar 4.34 Contoh kerusakan busi 3 dan 4

Berdasarkan gambar 4.34 di atas dapat dianalisa yaitu kondisi insulator dan elektroda busi terlihat hitam tidak mengkilat, seperti beludru karena terdapat endapan karbon. Penyebabnya antara lain: perbandingan campuran yang tidak benar, saringan udara tersumbat, tipe busi yang terlalu dingin atau cara mengemudi yang terlalu ekstrim.



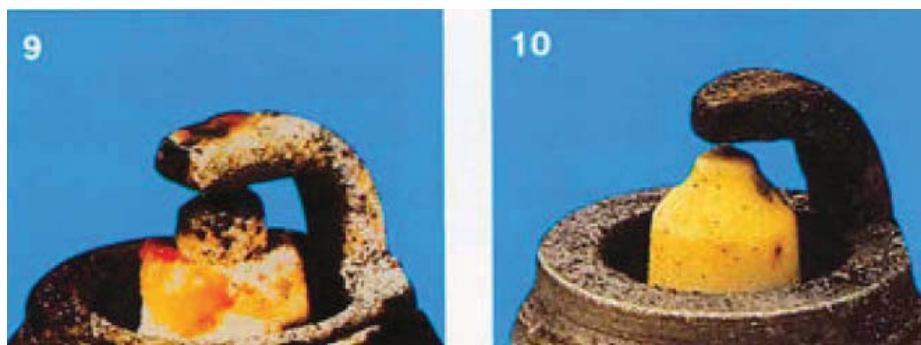
Gambar 4.35 Contoh kerusakan busi 5 dan 6

Berdasarkan gambar 4.35 di atas dapat dianalisa yaitu kondisi insulator dan elektroda busi terlihat basah dan mengkilat karena terdapat endapan oli. Penyebabnya antara lain: kelebihan jumlah oli yang masuk ke ruang bakar karena ausnya dinding silinder, piston ring atau valve (katup). Dalam motor dua langkah, kondisi di atas mengindikasikan perbandingan campuran oli yang terlalu kaya.



Gambar 4.36 Contoh kerusakan busi 7 dan 8

Berdasarkan gambar 4.36 di atas dapat dianalisa yaitu kondisi insulator busi terlihat berwarna kuning karena terdapat lead/timah dalam aditif bahan bakar yang digunakan. Pada beban yang lebih tinggi, kondisi endapan tersebut bisa menyebabkan bersifat konduksi dan terjadinya misfiring (kesalahan pengapian).



Gambar 4.37 Contoh kerusakan busi 9 dan 10

Berdasarkan gambar 4.37 di atas dapat dianalisa yaitu kondisi insulator busi terlihat berwarna kecoklatan dalam lapisan warna kuning karena terdapat gabungan endapan lead/timah dan karbon. Endapan akan terkumpul dalam ujung insulator selama kondisi berkendaranya dalam kecepatan rendah dan endapan tersebut akan meleleh jika kendaraan berada pada putaran tinggi. Setelah kondisi busi dingin kembali, endapan tersebut akan menjadi keras.



Gambar 4.38 Contoh kerusakan busi 11 dan 12

Berdasarkan gambar 4.38 di atas dapat dijelaskan yaitu kondisi insulator busi terlihat berwarna kecoklatan seperti terdapat sisa arang/bara karena terdapat endapan sisa abu dari aditif oli dan gas. Campuran aditif tersebut menyisakan abu yang tidak dapat terbakar dalam ruang bakar dan pada busi.

I. TIPE SISTEM PENGAPIAN PADA SEPEDA MOTOR

Secara umum tipe sistem pengapian pada sepeda motor dibagi menjadi:

1. Sistem Pengapian Konvensional (menggunakan contact breaker/platina)
 - a. Sistem Pengapian Dengan Magnet (Flywheel Generator/ Magneto Ignition System)
 - b. Sistem Pengapian Dengan Baterai (Battery And Coil Ignition System)
2. Sistem Pengapian Electronic (Electronic Ignition System)
 - a. Sistem Pengapian Semi-Transistor (Dengan Platina)
 - b. Sistem Pengapian Full Transistor (Tanpa Platina)
 - c. Sistem Pengapian CDI (Capacitor Discharge Ignition)

1. Sistem Pengapian Dengan Magnet (Flywheel Generator/ Magneto Ignition System)

Sistem pengapian flywheel magnet merupakan sistem pengapian yang paling sederhana dalam menghasilkan percikan bunga api di busi dan telah terkenal penggunaannya dalam pengapian motor-motor kecil sebelum munculnya pengapian elektronik. Sistem pengapian ini

mempunyai keuntungan yaitu tidak tergantung pada baterai untuk menghidupkan awal mesin karena sumber tegangan langsung berasal dari source coil (koil sumber/pengisi) sendiri.

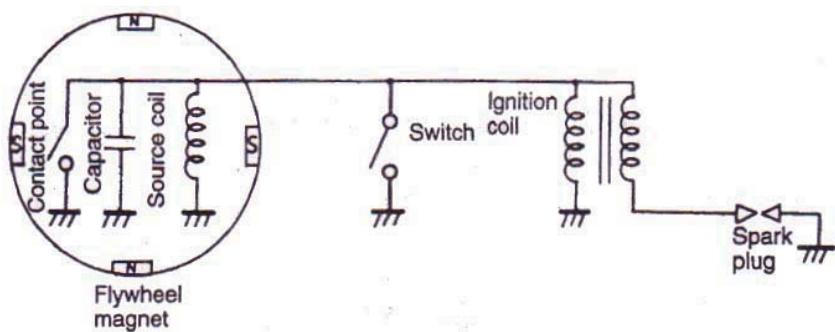
Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya (lihat bagian sumber tegangan pada sepeda motor), yang menghasilkan arus listrik adalah alternator atau flywheel magneto. Sistem pengapian magnet terdiri dari rotor yang berisi magnet permanen/tetap, dan stator yang berisi ignition coil (koil/spool pengapian) dan spool lampu. Rotor diikatkan ke salah satu ujung crankshaft (poros engkol) dan berputar bersama crankshaft tersebut serta berfungsi juga sebagai flywheel (roda gila) tambahan.

Arus listrik dihasilkan oleh alternator atau flywheel magneto adalah arus listrik bolak-balik atau AC (*Alternating Current*). Hal ini terjadi karena arah kutub magnet berubah secara terus menerus dari utara ke selatan saat magnet berputar.

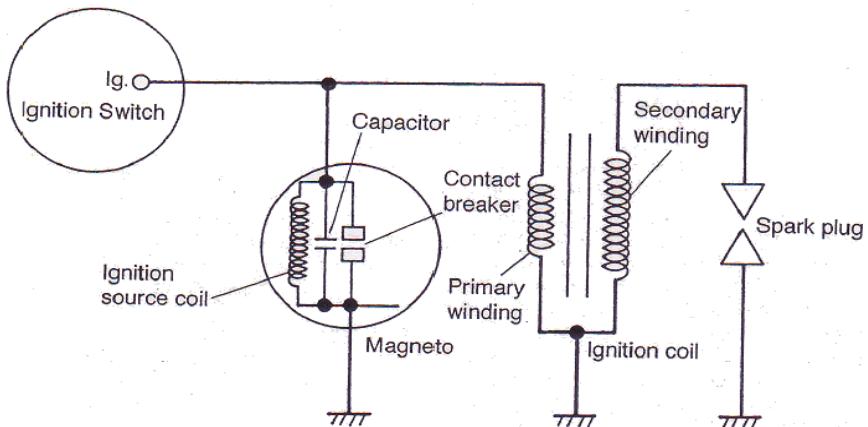
a. Cara kerja sistem pengapian magnet

Prinsip kerja dari sistem pengapian ini adalah seperti “transfer/pemindahan energi” atau “pembangkitan medan magnet”. Source coil pengapian terhubung dengan kumparan primer koil pengapian. Diantara dua komponen (koil) tersebut dipasang platina (contact breaker/contact point) yang berfungsi sebagai saklar dan dipasang secara paralel dengan koil-koil tadi. Gambar 4.39 dan 4.40 di bawah ini adalah contoh rangkaian sistem pengapian magnet pada sepeda motor.

Pada saat platina dalam keadaan menutup, maka arus yang dihasilkan magnet akan mengalir ke massa melalui platina, sedangkan pada koil pengapian tidak ada arus yang mengalir. Saat posisi rotor sedemikian rupa sehingga arus yang dihasilkan source coil sedang maksimum, platina terbuka oleh cam/nok.



Gambar 4.39 Rangkaian sistem pengapian magnet (1)



4.40 Rangkaian sistem pengapian magnet (2)

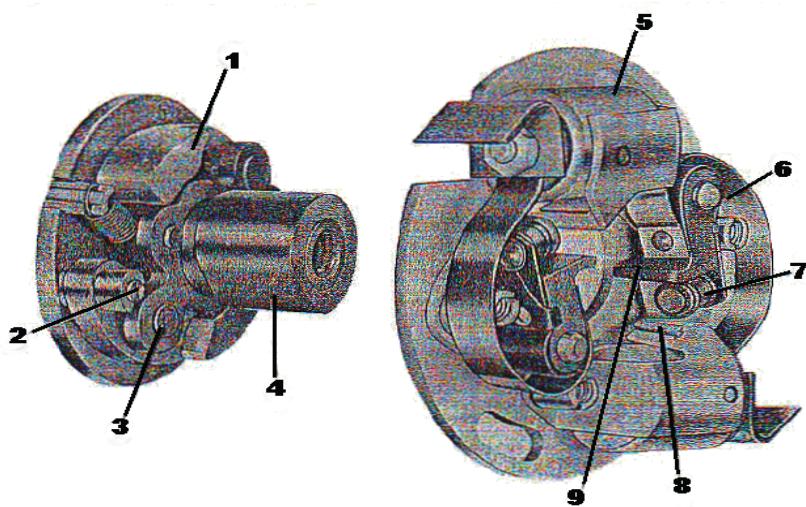
Kejadian ini menyebabkan arus ke massa lewat platina terputus dan arus mengalir ke kumparan primer koil dalam bentuk tegangan induksi sekitar 200V – 300V. Karena perbandingan kumparan sekunder lebih banyak dibanding kumparan primer, maka pada kumparan sekunder terjadi induksi yang lebih besar sekitar 10KV – 20KV yang bisa membuat terjadinya percikan bunga api pada busi untuk membakar campuran bahan bakar dan udara. Induksi ini disebut induksi bersama (*mutual induction*).

Untuk menghasilkan tegangan induksi yang besar maka pada saat platina mulai membuka, tidak boleh ada percikan bunga api dan aliran arus pada platina tersebut yang cenderung ingin terus mengalirnya ke massa. Oleh karena itu, pada rangkaian sistem pengapian dipasangkan kondensor/kapasitor untuk mengatasi percikan pada platina saat mulai membuka.

b. Pengontrolan saat pengapian (ignition timing)

Pengontrolan saat pengapian pada sistem pengapian magnet generasi awal pada umumnya telah di set/stel oleh pabrik pembuatnya. Posisi stator telah ditentukan sedemikian rupa sehingga untuk merubah/membuat variasi saat pengapiannya tidak dapat dilakukan. Walau demikian pengubahan saat pengapian masih dapat dilakukan dengan jumlah variasi yang kecil yaitu dengan merubah celah platina.

Perubahan saat pengapian yang cukup kecil tadi masih cukup untuk motor kecil dua langkah, sedangkan untuk motor yang lebih besar dan empat langkah dibutuhkan pemajuan (advance) saat pengapian yang lebih besar seiring dengan naiknya putaran mesin. Untuk mengatasinya dipasangkan unit pengatur saat pengapian otomatis atau ATU (automatic timing unit). Konstruksi ATU seperti ditunjukkan pada gambar 3.41 di bawah ini:

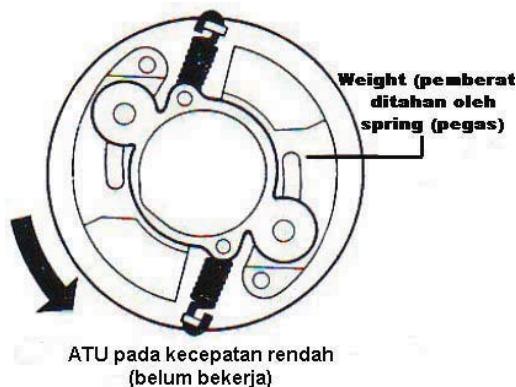


Gambar 4.41 ATU dengan dua buah platina

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1. Centrifugal weights | 2. centrifugal weight pivot |
| 3. Cam pivot | 4. Cam |
| 5. Condenser | 6. Contact leaf spring |
| 7. Contacts | 8. Cam lubrication pad |
| 9. Cam follower or heel | |

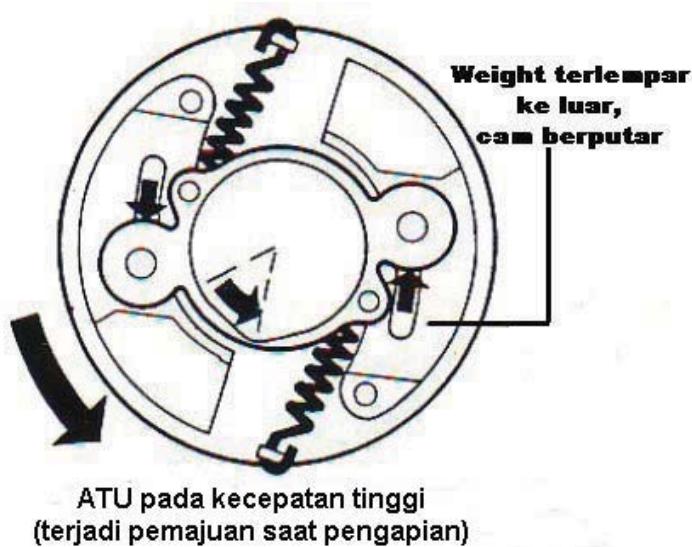
ATU terdiri dari sebuah piringan yang di bagian tengahnya terdapat pin (pasak) yang membawa cam (nok). Cam dapat berputar pada pin, tetapi pergerakannya dikontrol oleh dua buah pegas pemberat.

Pada saat kecepatan idle dan rendah, pegas menahan cam ke posisi memundurkan (retarded) saat pengapian (lihat gambar 4.42). Sedangkan pada saat kecepatan mesin dinaikkan, pemberat akan terlempar ke arah luar karena gaya gravitasi. saat pengapian.



Gambar 4.42 Cara kerja ATU saat kecepatan rendah

Hal ini akan berakibat cam berputar dan terjadi pemajuan (advance). Semakin naik putaran mesin, maka pemajuan saat pengapian pun semakin bertambah maksimum pemajuan sekitar $+20^{\circ}$ putaran sudut crankshaft (lihat gambar 4.43 di bawah ini).



Gambar 4.43 Cara kerja ATU saat kecepatan tinggi

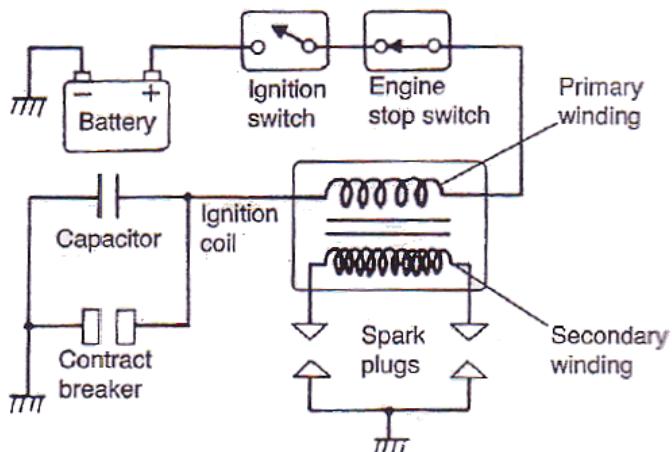
2. Sistem Pengapian Konvensional dengan Baterai (Battery And Coil Ignition System)

Sistem pengapian konvensional baterai merupakan sistem pengapian yang mendapat sumber tegangan tidak dari source coil lagi, melainkan langsung dari sistem kelistrikan utama mesin, yaitu baterai. Baterai berfungsi sebagai tempat menyimpan energi listrik. Sistem pengapian ini akan lebih menguntungkan karena lebih kuat dan stabil dalam memberikan suplai tegangan, baik untuk pengapian itu sendiri maupun untuk aksesoris seperti sistem penerangan.

a. Cara kerja sistem pengapian baterai

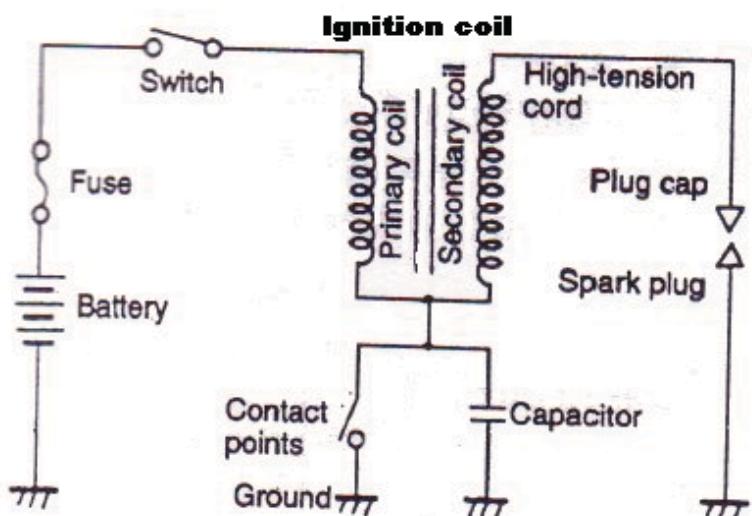
Cara kerja sistem pengapian konvensional baterai pada dasarnya sama dengan sistem pengapian konvensional magnet. Namun terdapat perbedaan dalam pemasangan/perangkaian platina. Dalam sistem pengapian magnet, platina dirangkai secara paralel dengan koil pengapian, sedangkan dalam sistem pengapian baterai dirangkai secara seri. Oleh karena itu, dalam sistem pengapian baterai, rangkaian primer pengapian baru akan terjadi secara sempurna (arus mengalir dari baterai sampai massa) jika

posisi platina dalam keadaan tertutup. Gambar 4.44 dan 4.45 di bawah ini adalah contoh rangkaian sistem pengapian baterai pada sepeda motor.



Gambar 4.44 Sistem pengapian baterai (1)

Pada saat ignition switch (kunci kontak) dinyalakan, dan posisi platina dalam keadaan menutup, arus dari baterai mengalir ke massa melalui kumparan primer koil pengapian dan platina. Dengan mengalirnya arus tersebut, pada inti besi koil pengapian akan timbul medan magnet.



Gambar 4.45 Sistem pengapian baterai (2)

Pada saat platina terbuka oleh cam, aliran arus pada rangkaian primer akan terputus. Hal ini akan menyebabkan terjadi induksi sendiri pada kumparan primer sebesar 200 V – 300 V. Karena perbandingan kumparan sekunder lebih banyak dibanding kumparan primer, maka pada kumparan sekunder terjadi induksi yang lebih besar sekitar 10KV – 20KV yang bisa membuat terjadinya percikan bunga api pada busi untuk pembakaran campuran bahan bakar dan udara. Induksi ini disebut induksi bersama (mutual induction).

Sama halnya seperti pada sistem pengapian konvensional yang menggunakan magnet, untuk menghasilkan tegangan induksi yang besar maka pada saat platina mulai membuka, tidak boleh ada percikan bunga api dan aliran arus dari platina yang cenderung ingin terus mengalirkannya ke massa. Oleh karena itu, pada rangkaian sistem pengapian baterai juga dipasang kondensor/kapasitor untuk mengatasi percikan pada platina saat mulai membuka tersebut.

- b. Pengontrolan saat pengapian (ignition timing) sistem pengapian baterai

Untuk mengatur dan mengontrol saat pengapian pada sistem pengapian baterai, dipasangkan unit pengatur saat pengapian otomatis (ATU). Mengenai konstruksi dan cara kerja sudah dijelaskan dalam sistem pengapian magnet (lihat bagian pengontrolan saat pengapian sistem pengapian magnet).

3. Sistem Pengapian Elektronik (Electronic Ignition System)

Sistem pengapian elektronik pada sepeda motor dibuat untuk mengatasi kelemahan-kelemahan yang terjadi pada sistem pengapian konvensional, baik yang menggunakan baterai maupun magnet. Pada pengapian konvensional umumnya kesulitan membuat komponen seperti contact breaker (platina) dan unit pengatur saat pengapian otomatis yang cukup presisi (teliti) untuk menjamin keterandalan dari kerja mesin. Bahkan saat dipakai pada kondisi normalpun, keausan komponen tersebut tidak dapat dihindari.

Terdapat beberapa macam sistem pengapian elektronik yang digunakan pada sepeda motor, diantaranya:

- 1) Sistem pengapian semi transistor (dilengkapi platina)

Sistem pengapian semi transistor merupakan sistem pengapian elektronik yang masih menggunakan platina. Namun demikian, fungsi dari platina (breaker point) tidak sama persis seperti pada pengapian konvensional. Aliran arus dari rangkaian primer tidak langsung diputuskan dan dihubungkan oleh platina, tapi perannya diganti oleh transistor sehingga platina cenderung lebih awet

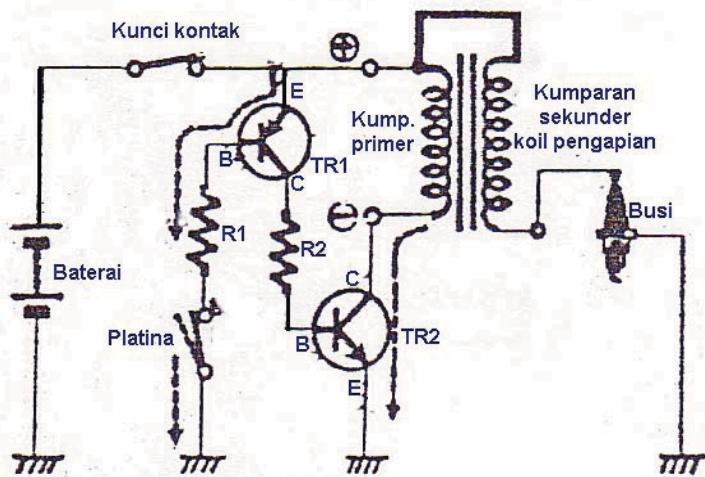
(tidak cepat aus) karena tidak langsung menerima beban arus yang besar dari rangkaian primer tersebut. Dalam hal ini platina hanyalah bertugas sebagai switch (saklar) untuk meng-on-kan dan meng-off-kan transistor. Arus listrik yang mengalir melalui platina diperkecil dan platina diusahakan tidak berhubungan langsung dengan kumparan primer agar tidak arus induksi yang mengalir saat platina membuka. Terjadinya percikan bunga api pada busi yaitu saat transistor off disebabkan oleh arus dari rangkaian primer yang menuju ke massa (ground) terputus, sehingga terjadi induksi pada koil pengapian.

Cara kerja Sistem Pengapian Semi-Transistor

Apabila kunci kontak (ignition switch) posisi "on" dan platina dalam posisi tertutup, maka arus listrik mengalir dari terminal E pada TR1 ke terminal B. Selanjutnya melalui R1 dan platina, arus mengalir ke massa, sehingga TR1 menjadi ON. Dengan demikian arus dari terminal E TR1 mengalir ke terminal C. Selanjutnya arus mengalir melalui R2 menuju terminal B terus ke terminal E pada TR2 yang diteruskan ke massa. (lihat gambar 4.46 di bawah).

Akibat dari kejadian arus listrik yang mengalir dari B ke E pada TR2 yang diteruskan ke massa tersebut menyebabkan mengalirnya arus listrik dari kunci kontak ke kumparan primer, terminal C, E pada TR2 terus ke massa. Dengan mengalirnya arus pada rangkaian primer tersebut, maka terjadi kemagnetan pada kumparan primer koil pengapian.

TEORI SISTEM PENGAPIAN SEMI-TRANSISTOR



Gambar 4.46 Rangkaian sistem pengapian semi transistor

Apabila platina terbuka maka TR1 akan Off dan TR2 juga akan Off sehingga timbul induksi pada kumparan – kumparan ignition coil (koil pengapian) yang menyebabkan timbulnya tegangan tinggi pada kumparan sekunder. Induksi pada kumparan sekunder membuat terjadinya percikan bunga api pada busi untuk pembakaran campuran bahan bakar dan udara.

2) Sistem pengapian full transistor (tanpa platina)

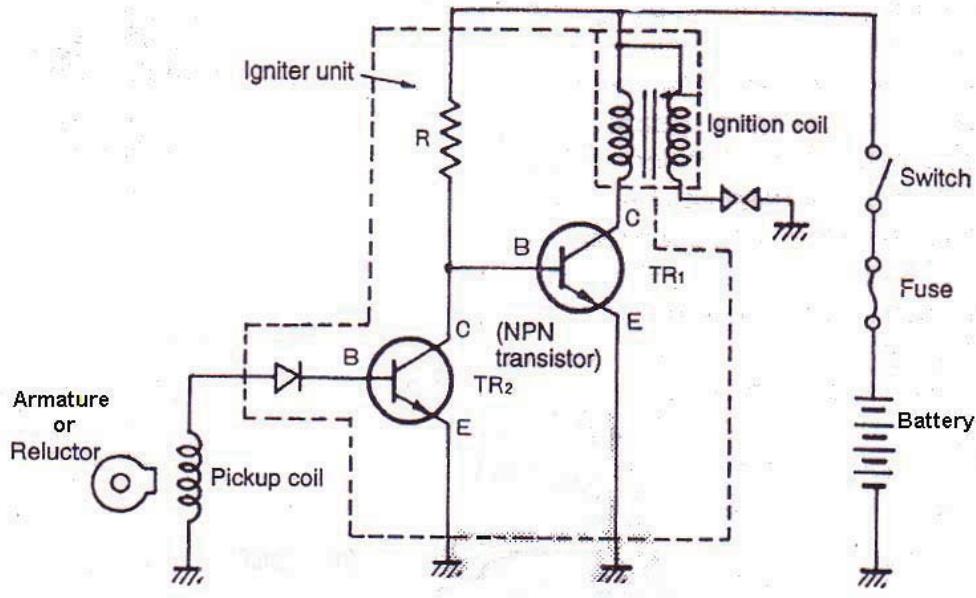
Dalam banyak hal, sistem pengapian elektronik full transistor sama dengan pangapian elektronik CDI. Diantaranya adalah tidak terdapatnya bagian-bagian yang bergerak (secara mekanik) dan mengandalkan *magnetic trigger* (magnet pemicu) dan sistem “pick up coil” untuk memberikan sinyal ke control unit guna menghasilkan percikan bunga api pada busi. Sedangkan salah satu perbedaannya adalah pada sistem pengapian transistor menggunakan prinsip “field collapse”(menghilangkan/menjatuhkan kemagnetan) dan pada sistem pengapian CDI menggunakan prinsip “field build-up” (membangkitkan kemagnetan).

Pengapian CDI telah menjadi metode untuk mengontrol pengapian yang disenangi dalam beberapa tahun belakangan ini. Namun, seiring dengan perkembangan transistor yang bergandengan dengan berkembangnya pengontrolan dari tipe analog ke tipe digital, perusahaan/pabrik mulai mengembangkan sistem pengapian transistor.

Cara Kerja Sistem Pengapian Full Transistor

Secara umum, pada sistem pengapian transistor arus yang mengalir dari baterai dihubungkan dan diputuskan oleh sebuah transistor yang sinyalnya berasal dari pick up coil (koil pemberi sinyal). Akibatnya tegangan tinggi terinduksi dalam koil pengapian (ignition coil). Adapun cara kerja secara lebih detilnya adalah sebagai berikut (lihat gambar 4.47):

Ketika kunci kontak di-on-kan, arus mengalir menuju terminal E TR1 (transistor 1) melalui sekring, kunci kontak, tahanan (R) pada unit igniter yang selanjutnya diteruskan ke massa. Akibatnya TR1 menjadi ON sehingga arus mengalir ke kumparan primer koil pengapian menuju ke massa melalui terminal C – E pada TR1.



Gambar 4.47 Sistem pengapian full transistor

Pada saat yang bersamaan, sewaktu mesin berputar (hidup) timing plate tempat kedudukan reluctor juga ikut berputar. Ketika saat pengapian telah memberikan sinyal, sebuah arus akan terinduksi di dalam pick up coil dan arus tersebut akan dialirkan ke terminal B pada TR2 terus ke massa. Akibatnya TR2 menjadi ON, sehingga arus yang mengalir dari batrai saat ini disalurkan ke massa melewati terminal C – E pada TR2.

Dengan kejadian ini TR1 akan menjadi OFF sehingga akan memutuskan arus yang menuju kumparan primer coil pengapian. Selanjutnya akan terjadi tegangan induksi pada kumparan primer dan kumparan sekunder koil pengapian. Karena perbandingan kumparan sekunder lebih banyak dibanding kumparan primer, maka pada kumparan sekunder terjadi induksi yang lebih besar sekitar yang bisa membuat terjadinya percikan bunga api pada busi untuk pembakaran campuran bahan bakar dan udara.

3) Sistem pengapian Capacitor Discharge Ignition (CDI)

Capacitor Discharge Ignition (CDI) merupakan sistem pengapian elektronik yang sangat populer digunakan pada sepeda motor saat ini. Sistem pengapian CDI terbukti lebih menguntungkan dan lebih baik dibanding sistem pengapian konvensional (menggunakan platina). Dengan sistem CDI, tegangan pengapian yang dihasilkan lebih besar (sekitar 40 KV) dan stabil sehingga

proses pembakaran campuran bensin dan udara bisa berpeluang makin sempurna. Dengan demikian, terjadinya endapan karbon pada busi juga bisa dihindari.

Selain itu, dengan sistem CDI tidak memerlukan penyetelan seperti penyetelan pada platina. Peran platina telah digantikan oleh oleh thyristor sebagai saklar elektronik dan pulser coil atau "pick-up coil" (coil pulsa generator) yang dipasang dekat flywheel generator atau rotor alternator (kadang-kadang pulser coil menyatu sebagai bagian dari komponen dalam piringan stator, kadang-kadang dipasang secara terpisah).

Secara umum beberapa *kelebihan* sistem pengapian CDI dibandingkan dengan sistem pengapian konvensional adalah antara lain :

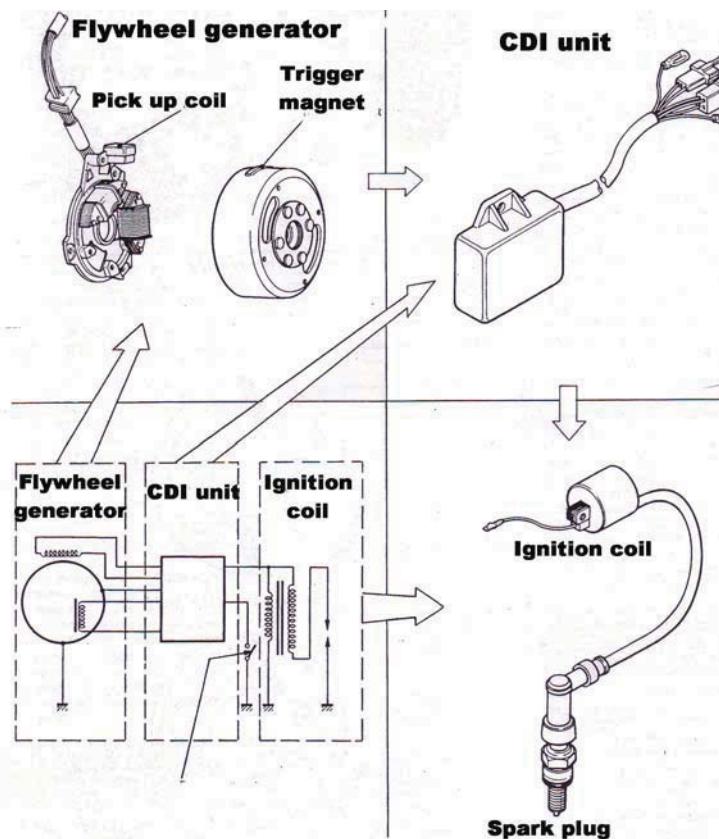
1. Tidak memerlukan penyetelan saat pengapian, karena saat pengapian terjadi secara otomatis yang diatur secara elektronik.
2. Lebih stabil, karena tidak ada loncatan bunga api seperti yang terjadi pada breaker point (platina) sistem pengapian konvensional.
3. Mesin mudah distart, karena tidak tergantung pada kondisi platina.
4. Unit CDI dikemas dalam kotak plastik yang dicetak sehingga tahan terhadap air dan guncangan.
5. Pemeliharaan lebih mudah, karena kemungkinan aus pada titik kontak platina tidak ada.

Pada umumnya sistem CDI terdiri dari sebuah thyristor atau sering disebut sebagai silicon-controlled rectifier (SCR), sebuah kapasitor (kondensator), sepasang dioda, dan rangkaian tambahan untuk mengontrol pemajuan saat pengapian. SCR merupakan komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar elektronik. Sedangkan kapasitor merupakan komponen elektronik yang dapat menyimpan energi listrik dalam jangka waktu tertentu. Dikatakan dalam jangka waktu tertentu karena walaupun kapasitor diisi sejumlah muatan listrik, muatan tersebut akan habis setelah beberapa saat.

Dioda merupakan komponen semikonduktor yang memungkinkan arus listrik mengalir pada satu arah (*forward bias*) yaitu, dari arah anoda ke katoda, dan mencegah arus listrik mengalir pada arah yang berlawanan\sebaliknya (*reverse bias*). Berdasarkan sumber arusnya, sistem CDI dibedakan atas sistem CDI-AC (arus bolak-balik) dan sistem CDI DC (arus searah).

1. Sistem Pengapian CDI-AC

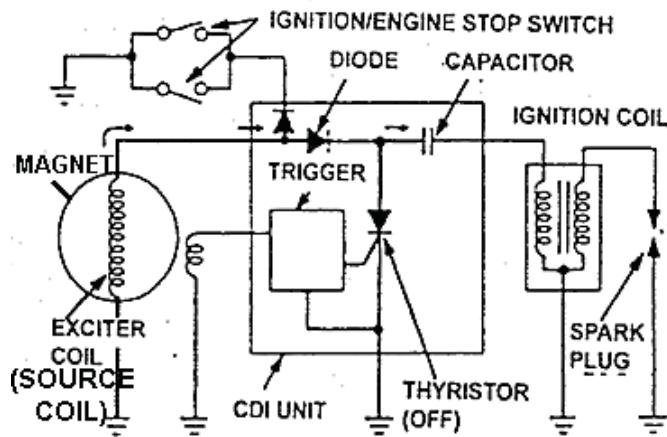
Sistem CDI-AC pada umumnya terdapat pada sistem pengapian elektronik yang suplai tegangannya berasal dari source coil (koil pengisi/sumber) dalam flywheel magnet (flywheel generator). Contoh ilustrasi komponen-komponen CDI-AC seperti gambar: 4.48 dibawah ini.



Gambar 4.48 Komponen-komponen CDI – AC berikut rangkaianya

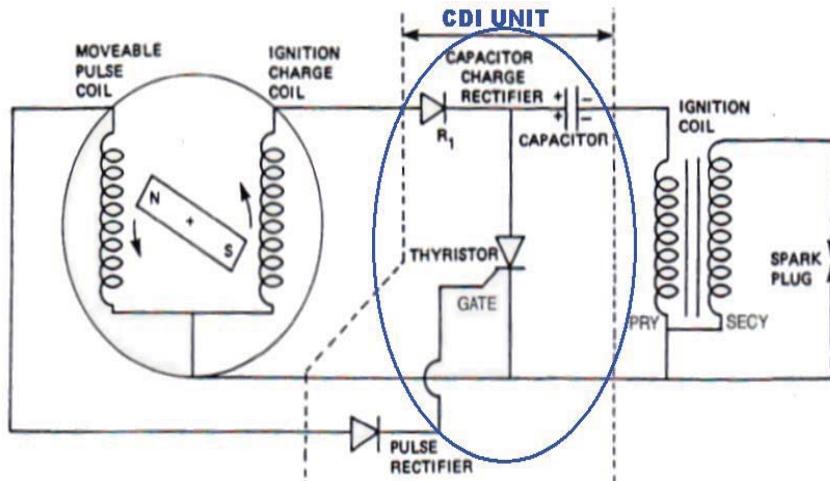
Cara Kerja Sistem Pengapian CDI-AC

Pada saat magnet permanen (dalam flywheel magnet) berputar, maka akan dihasilkan arus listrik AC dalam bentuk induksi listrik dari source coil seperti terlihat pada gambar 4.49 di bawah ini. Arus ini akan diterima oleh CDI unit dengan tegangan sebesar 100 sampai 400 volt. Arus tersebut selanjutnya dirubah menjadi arus setengah gelombang (menjadi arus searah) oleh diode, kemudian disimpan dalam kondensor (kapasitor) dalam CDI unit.



Gambar 4.49 Cara kerja CDI – AC (1)

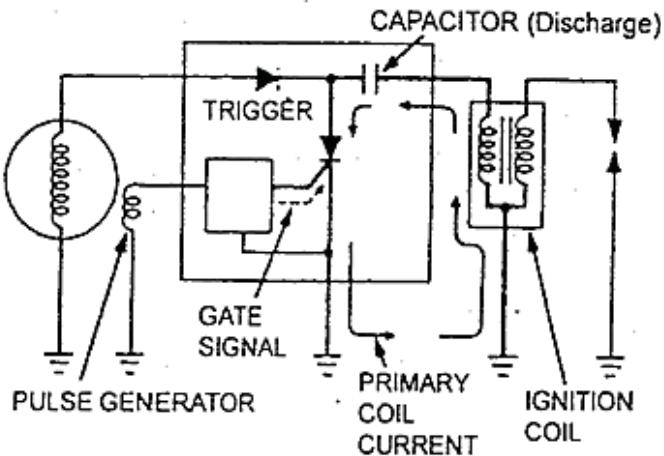
Rangkaian CDI unit bisa dilihat dalam gambar 4.50. Kapasitor tersebut tidak akan melepas arus yang disimpan sebelum SCR (thyristor) bekerja.



Gambar 4.50 Diagram rangkaian dasar Unit CDI

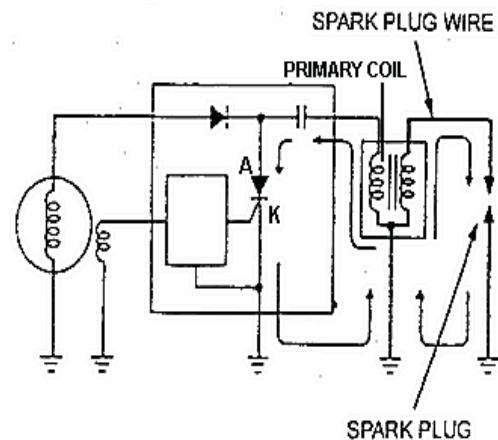
Pada saat terjadinya pengapian, pulsa generator akan menghasilkan arus sinyal. Arus sinyal ini akan disalurkan ke gerbang (gate) SCR. Seperti terlihat pada gambar 4.51 di bawah ini:

Dengan adanya trigger (pemicu) dari gate tersebut, kemudian SCR akan aktif (on) dan menyalurkan arus listrik dari anoda (A) ke katoda (K) (lihat posisi anoda dan katoda pada gambar 4.52)



Gambar 4.51 Cara kerja CDI – AC (2)

Dengan berfungsinya SCR tersebut, menyebabkan kapasitor melepaskan arus (discharge) dengan cepat. Kemudian arus mengalir ke kumparan primer (primary coil) koil pengapian untuk menghasilkan tegangan sebesar 100 sampai 400 volt sebagai tegangan induksi sendiri (lihat arah panah aliran arus pada kumparan primer koil).



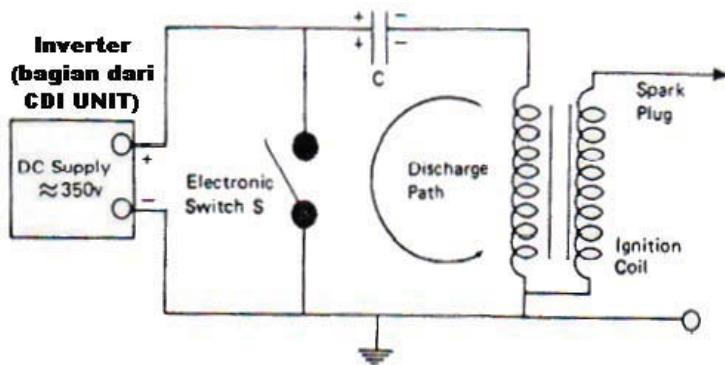
Gambar 4.52 Cara kerja CDI – AC (3)

Akibat induksi diri dari kumparan primer tersebut, kemudian terjadi induksi dalam kumparan sekunder dengan tegangan sebesar 15 KV sampai 20 KV. Tegangan tinggi tersebut selanjutnya mengalir ke busi dalam bentuk loncatan bunga api yang akan membakar campuran bensin dan udara dalam ruang bakar.

Terjadinya tegangan tinggi pada koil pengapian adalah saat koil pulsa dilewati oleh magnet, ini berarti waktu pengapian (*Ignition Timing*) ditentukan oleh penetapan posisi koil pulsa, sehingga sistem pengapian CDI tidak memerlukan penyetelan waktu pengapian seperti pada sistem pengapian konvensional. Pemajuan saat pengapian terjadi secara otomatis yaitu saat pengapian dimajukan bersama dengan bertambahnya tegangan koil pulsa akibat kecepatan putaran motor. Selain itu SCR pada sistem pengapian CDI bekerja lebih cepat dari contact breaker (platina) dan kapasitor melakukan pengosongan arus (*discharge*) sangat cepat, sehingga kumparan sekunder koil pengapian teriduksi dengan cepat dan menghasilkan tegangan yang cukup tinggi untuk memercikan bunga api pada busi.

2. Sistem Pengapian CDI-DC

Sistem pengapian CDI ini menggunakan arus yang bersumber dari baterai. Prinsip dasar CDI-DC adalah seperti gambar di bawah ini:

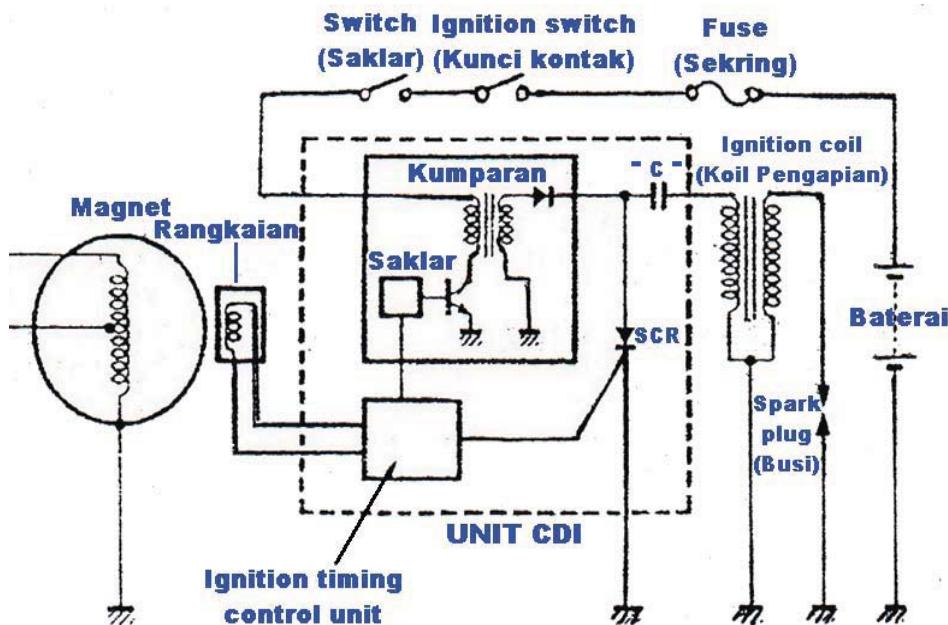


Gambar 4.53 Prinsip dasar CDI

Berdasarkan gambar di atas dapat dijelaskan bahwa baterai memberikan suplai tegangan 12V ke sebuah inverter (bagian dari unit CDI). Kemudian inverter akan menaikkan tegangan menjadi sekitar 350V. Tegangan 350V ini selanjutnya akan mengisi kondensor/kapasitor. Ketika dibutuhkan percikan

bunga api busi, pick-up coil akan memberikan sinyal elektronik ke switch (saklar) S untuk menutup. Ketika saklar telah menutup, kondensor akan mengosongkan (discharge) muatannya dengan cepat melalui kumparan primaer koil pengapian, sehingga terjadilah induksi pada kedua kumparan koil pengapian tersebut.

Jalur kelistrikan pada sistem pengapian CDI dengan sumber arus DC ini adalah arus pertama kali dihasilkan oleh kumparan pengisian akibat putaran magnet yang selanjutnya disearahkan dengan menggunakan Cuprok (*Rectifier*) kemudian dihubungkan ke baterai untuk melakukan proses pengisian (*Charging System*). Dari baterai arus ini dihubungkan ke kunci kontak, CDI unit, koil pengapian dan ke busi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.54 Sirkuit sistem pengapian CDI dengan arus DC

Cara kerja sistem pengapian CDI dengan arus DC yaitu pada saat kunci kontak di ON-kan, arus akan mengalir dari baterai menuju saklar. Bila sakelar ON maka arus akan mengalir ke kumparan penguat arus dalam CDI yang meningkatkan tegangan dari baterai (12 Volt DC menjadi 220 Volt AC). Selanjutnya, arus disearahkan melalui dioda dan kemudian dialirkan ke kondensor untuk disimpan sementara. Akibat putaran mesin, koil pulsa menghasilkan arus yang kemudian

mengaktifkan SCR, sehingga memicu kondensor/kapasitor untuk mengalirkan arus ke kumparan primer koil pengapian. Pada saat terjadi pemutusan arus yang mengalir pada kumparan primer koil pengapian, maka timbul tegangan induksi pada kedua kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder dan menghasilkan loncatan bunga api pada busi untuk melakukan pembakaran campuran bahan bakar dan udara.

BAB V

PEMERIKSAAN DAN PERBAIKAN SISTEM KELISTRIKAN

A. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Kelistrikan

a. Peringatan Umum

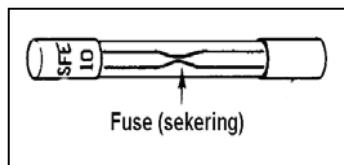
- 1) Baterai mengeluarkan gas-gas yang gampang meledak, jauhkan dari api dan sediakan ventilasi yang cukup ketika mengisi baterai.
- 2) Hindari kulit atau mata kontak dengan cairan elektrolit baterai karena dapat menyebabkan luka bakar.
- 3) Selalu matikan kunci kontak sebelum memutuskan hubungan antar komponen listrik.
- 4) Baterai dapat rusak jika diisi kelebihan atau kurang, apalagi dibiarkan tidak diisi dalam jangka waktu yang lama.
- 5) Isilah baterai setiap dua minggu sekali untuk mencegah pembentukan sulfat, karena tegangan (voltage) baterai akan berkurang sendiri pada saat sepeda motor tidak digunakan

b. Sambungan (Konektor)

- 1) Bila memasang sambungan, tekanlah sampai terdengar bunyi "klik".
- 2) Periksa sambungan dari kerenggangan, keretakan, kerusakan pembungkusnya, karat, kotoran dan uap air.

c. Sekering (Fuse)

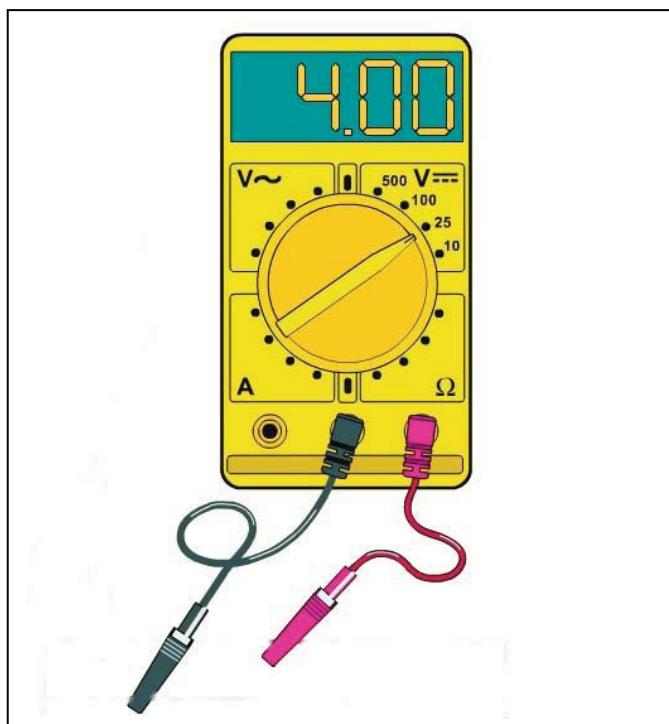
- 1) Jangan pergunakan sekering yang kemampuannya berbeda.
- 2) Jangan mengganti sekering dengan kawat atau sekering yang imitasi (tiruan).
- 3) Jika sekering putus, jangan langsung menggantinya, tapi periksa dulu penyebabnya.



Gambar 5.1 Sekering

d. Menggunakan Multi meter

- 1) Pastikan posisi skala pengukuran sesuai dengan komponen yang akan diukur. Gunakan posisi skala pengukuran; a) *tahanan* untuk mengukur tahanan, b) *tegangan DC* untuk mengukur tegangan DC (arus searah), c) *tegangan AC* untuk mengukur tegangan AC (arus bolak-balik). Mengukur dengan posisi skala pengukuran yang salah dapat merusak multi meter.
- 2) Pastikan kabel-kabel tester positif (+) dan negatif (-) tepat pada posisinya. Bila penempatan salah dapat merusak multi meter.

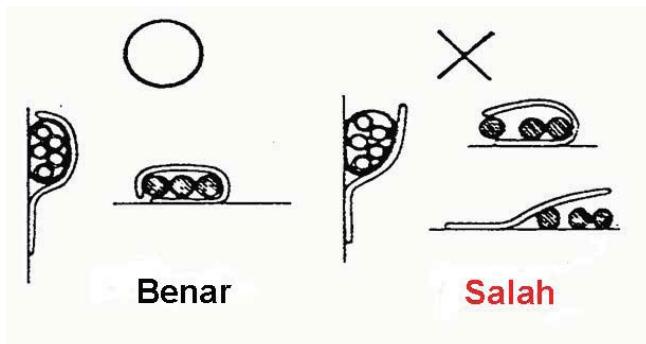


Gambar 5.2 Multi meter digital

- 3) Bila tegangan dan besarnya arus belum diketahui, mulailah skala pengukuran dengan skala tertinggi.
- 4) Jika melakukan pengukuran tahanan dengan multi meter analog (multi meter biasa yang menggunakan jarum penunjuk *bukan* multi meter digital), lakukan *kalibrasi* (penyetelan ke 0 Ω) sebelum melakukan pengukuran tahanan dan setelah mengganti posisi skala pengukuran tahanan.
- 5) Posisikan saklar pemilih ke posisi OFF setelah selesai menggunakan multi meter.

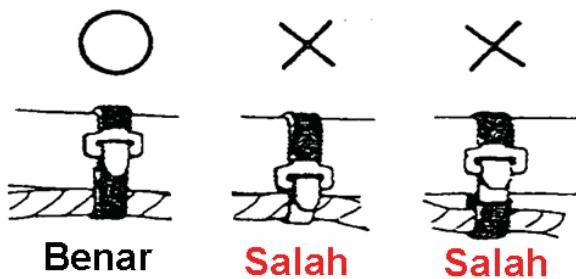
e. Perletakan Kabel-Kabel

- 1) Kabel listrik atau kabel lain yang longgar dapat menjadi sumber kerusakan. Periksalah kembali setelah melakukan pemasangan untuk memastikan kabel sudah terpasang dengan baik.
- 2) Pasang kabel pada rangka dengan menggunakan gelang pemasangan pada tempat yang ditentukan. Kencangkan gelang sedemikian rupa sehingga hanya bagian-bagian yang berisolasikan yang menyentuh kabel.



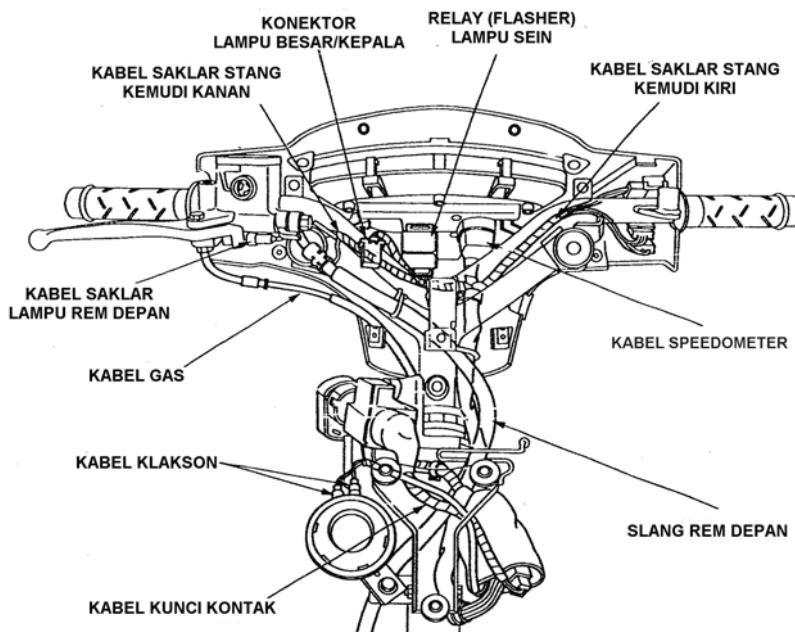
Gambar 5.3 Pemasangan gelang kabel

- 3) Tempatkan susunan kabel listrik sedemikian rupa sehingga tidak menyentuh ujung atau sudut-sudut yang tajam.
- 4) Jangan gunakan kabel listrik dengan isolasi yang rusak. Perbaiki terlebih dahulu dengan membalutnya dengan pita isolasi atau ganti dengan yang baru.
- 5) Jauhkan susunan kabel-kabel listrik dari bagian yang panas, seperti knalpot.
- 6) Jepit (clamp) susunan kabel sedemikian rupa sehingga tidak terlalu terjepit atau longgar.

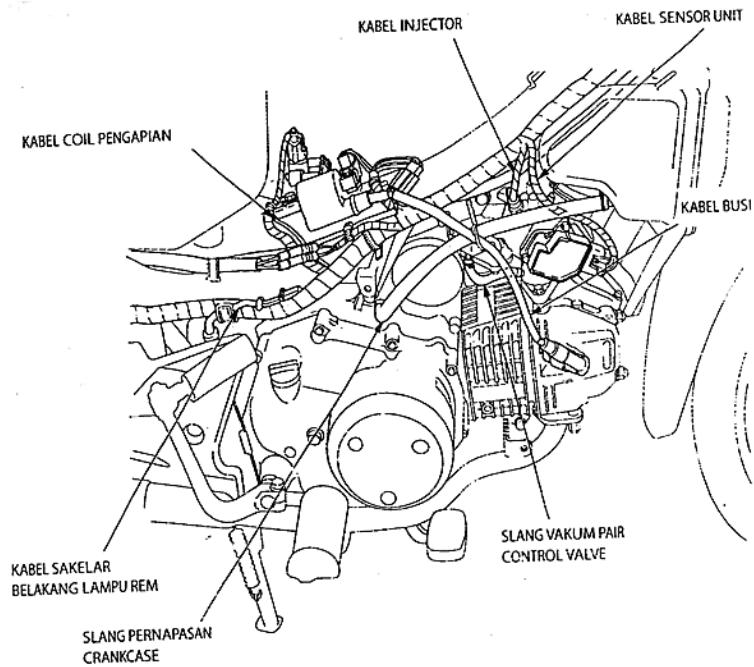


Gambar 5.4 Pemasangan penjepit kabel

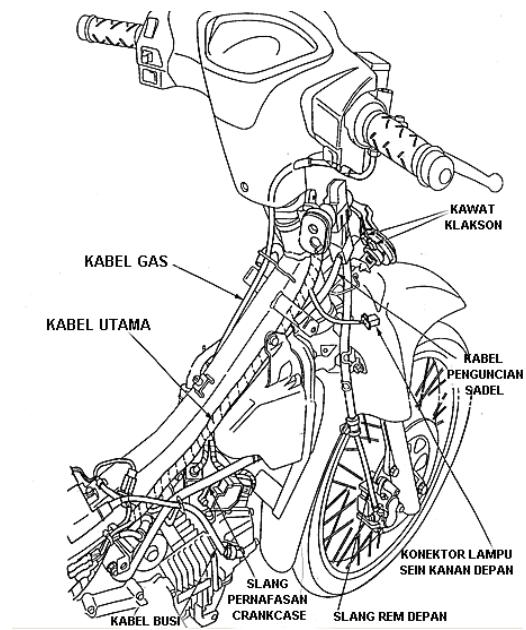
- 7) Setelah pemasangan, periksa bahwa susunan kabel listrik tidak terpuntir atau tertekuk.
- 8) Jangan menekuk atau memuntir kabel pengontrol (misalnya kabel gas) karena dapat menyebabkan kabel pengontrol tidak dapat bekerja dengan lancar dan mungkin macet atau tersangkut.
- 9) Susunan kabel yang dipasang sepanjang stang kemudi tidak boleh ditarik kencang, atau dipsang terlalu longgar, terjepit/tertekuk atau terganggu oleh bagian-bagian disekitarnya pada semua posisi kemudi.
- 10) Tempatkan kabel-kabel pada jalurnya dengan tepat. Gambar-gambar berikut ini adalah *contoh* penempatan kabel-kabel pada jalur kabel yang ada pada salah satu merek sepeda motor.



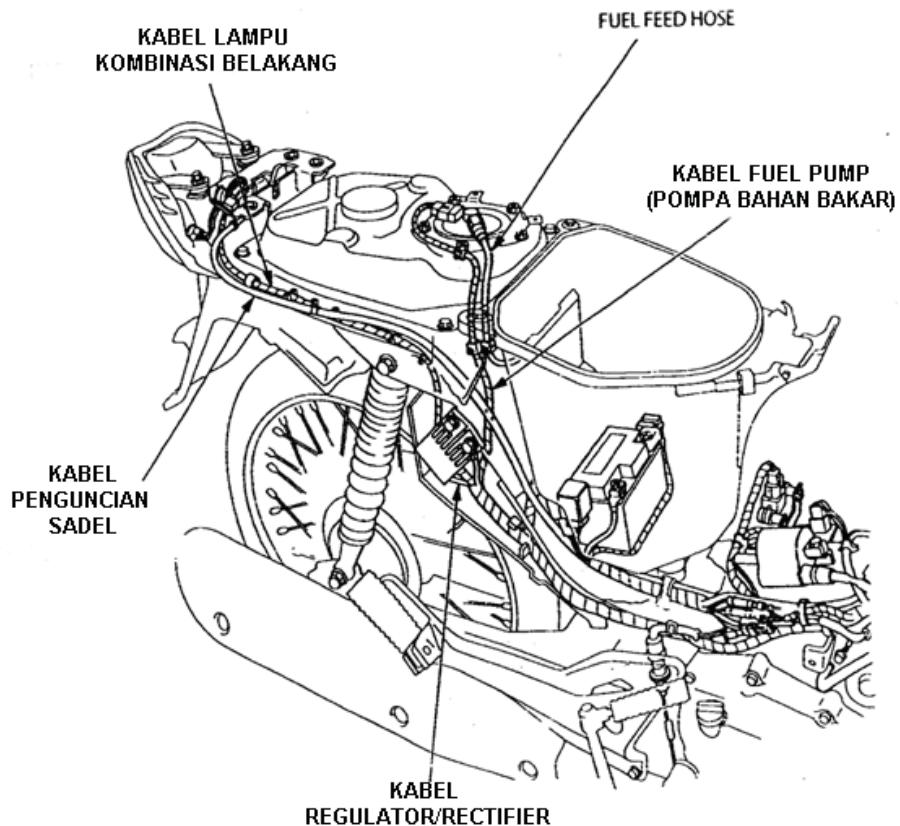
Gambar 5.5 Peletakan kabel-kabel (1)



Gambar 5.6 Peletakan kabel-kabel (2)



Gambar 5.7 Peletakan kabel-kabel (3)



Gambar 5.8 Peletakan kabel-kabel (4)

B. Perawatan Berkala Sistem Kelistrikan

Jadwal perawatan berkala sistem kelistrikan 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 motor dioperasikan pada kondisi jalan yang berdebu dan pemakaian berat (diforsir).

Tabel 1 di bawah ini menunjukkan jadwal perawatan berkala sistem kelistrikan yang sebaiknya dilaksanakan demi kelancaran dan pemakaian yang hemat atas sepeda motor 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 kelistrikan

No	Bagian Yang Diservis	Tindakan setiap dicapai jarak tempuh
1	Baterai (Aki)	Periksa baterai setelah menempuh jarak 500 km, 2.000 km, 4.000 km dan seterusnya setiap 1.000 km atau setiap 1 bulan
2	Busi	Periksa dan bersihkan busi setelah menempuh jarak 500 km, 2.000 km, 4.000 km dan seterusnya <i>ganti</i> setiap 5.000 km
3	Platina (<i>khusus pengapian dengan platina</i>)	Periksa, bersihkan, stel atau ganti bila perlu setelah menempuh jarak 500 km, 1.500 km, 5.000 km, dan seterusnya setiap 5.000 km
4	Saklar lampu rem	Periksa dan stel atau ganti (bila perlu) saklar lampu rem setelah menempuh jarak 500 km, 2.000 km, 4.000 km, 8.000 km dan seterusnya setiap 2.000 km
5	Arah sinar lampu depan	Periksa dan stel (bila perlu) arah sinar lampu setelah menempuh jarak 500 km, 2.000 km, 4.000 km, 8.000 km dan seterusnya setiap 2.000 km
6	Lampu-lampu dan klakson	Periksa dan stel (bila perlu) saklar lampu rem setelah menempuh jarak 500 km, 2.000 km, 4.000 km, 8.000 km dan seterusnya setiap 2.000 km

C. Sumber Kerusakan Sistem Kelistrikan

Tabel 2 di bawah ini menguraikan permasalahan atau kerusakan sistem kelistrikan yang umum terjadi pada sepeda motor, untuk diketahui kemungkinan penyebabnya dan menentukan jalan keluarnya atau penanganannya (solusinya).

Tabel 2. Sumber-sumber kerusakan sistem kelistrikan

Permasalahan	Kemungkinan Penyebab	Solusi (Jalan Keluar)
Terdapat selubung putih (<i>sulfasi</i>) pada baterai	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kapasitas cairan yang menurun telah bereaksi dan berat jenisnya (BJ) rendah atau tinggi 2. Kapasitas pengisian yang terlalu tinggi atau rendah (bila baterai tidak terpakai maka harus di-charge (disetrum) <i>minimal</i> sebulan sekali untuk menghindari sulfasi) 3. Baterai tersimpan lama di tempat yang dingin 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Isi cairan baterai sampai batas yang ditentukan dan sesuaikan BJ-nya. 2. Ganti (bila perlu) 3. Ganti bila sudah terlalu usang
Kapasitas baterai cepat sekali menurun	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem/cara pengisian tidak benar 2. Plat-plat sel baterai sudah tidak aktif (bagus) karena kelebihan pengisian (<i>overcharging</i>) 3. Terjadi korslet (<i>short circuit</i>) karena banyaknya endapan yang disebabkan oleh BJ cairan (elektrolit) yang terlalu tinggi 4. BJ elektrolit yang terlalu rendah 5. Telah terjadi reaksi pada elektrolit baterai 6. Baterei sudah terlalu lama 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Periksa rangkaian sistem pengisian, stator, regulator/rectifier. Lakukan penyetelan sistem pengisian (bila perlu) 2. Ganti baterai dan perbaiki sistem pengisian 3. Ganti baterai 4. Strum baterai dan sesuaikan BJ-nya 5. Ganti elektrolit lalu lakukan penyetruman dan sesuaikan BJ-nya 6. Ganti baterai

Permasalahan	Kemungkinan Penyebab	Solusi (Jalan Keluar)
Daya kerja baterai kurang bagus (terputus-putus)	1. Terminal (kutub) baterai kotor 2. Cairan elektrolit tidak murni atau BJ nya terlalu tinggi	1. Bersihkan 2. Ganti elektrolit baterai lalu lakukan penyetruman baterai dan sesuaikan BJ-nya
Tombol (saklar) starter tidak berfungsi	1. Baterai lemah 2. Saklar (tombol) rusak 3. Karbon brush (karbon sikat) habis 4. Starter relay (solenoid) rusak	1. Perbaiki atau ganti 2. Ganti 3. Ganti 4. Perbaiki atau ganti
Pengisian tidak stabil	1. Rangkaian kabel sistem pengisian ada yang longgar atau korslet 2. Bagian dalam generator (alternator) korslet 3. Regulator/retifier rusak	1. Perbaiki atau ganti 2. Ganti 3. Ganti
Pengisian berlebihan (<i>overcharging</i>)	1. Rangkaian dalam baterai ada yang korslet 2. Hubungan massa (<i>ground</i>) regulator/rectifier kurang bagus/kendor 3. Resistor dalam regulator/rectifier rusak	1. Ganti 2. Bersihkan dan perbaiki hubungan massa 3. Ganti
Pengisian di bawah spesifikasi (ketentuan)	1. Kabel tidak terawat atau rangkaian terbuka atau sambungan terminal lepas 2. Kumpaan stator dalam generator korslet 3. Regulator/rectifier rusak 4. Plat-plat sel baterai rusak atau elektrolitnya kurang	1. Perbaiki atau ganti bila perlu 2. Ganti 3. Ganti 4. Ganti atau tambah elektrolit jika hanya kurang elektrolitnya

Permasalahan	Kemungkinan Penyebab	Solusi (Jalan Keluar)
Bunga api busi lemah atau tidak ada	1. CDI atau ignition coil (kumparan pengapian) rusak 2. Pick up coil rusak 3. Busi rusak 4. Sambungan kabel sistem pengapian longgar 5. Magnet rusak (<i>khususnya sepeda motor 2 langkah/tak</i>)	1. Ganti 2. Ganti 3. Ganti 4. Perbaiki sambungan 5. Ganti
Busi cepat mati karena tertutup arang	1. Campuran sistem bahan bakar dan udara terlalu gemuk/kaya 2. Penyetelan putaran idle (langsung) terlalu tinggi 3. Saringan udara kotor/tersumbat 4. Menggunakan jenis busi terlalu dingin 5. Mutu (kualitas) bensin jelek	1. Perbaiki atau stel karburator 2. Perbaiki atau stel karburator 3. Bersihkan atau ganti bila perlu 4. Ganti dengan jenis yang lebih panas 5. Ganti
Busi terlalu panas atau hangus (elektroda terbakar)	1. Jenis busi terlalu panas 2. Busi kendor 3. Campuran sistem bahan bakar dan udara terlalu kurus/miskin 4. Mesin terlalu panas (<i>overheat</i>)	1. Ganti dengan jenis busi dingin 2. Perbaiki (kencangkan) 3. Perbaiki atau stel karburator 4. Periksa atau stel kembali
Busi cepat menjadi kotor (cepat mati)	1. Piston atau silinder aus 2. Ring piston aus 3. Kerenggangan bos klep (<i>valve guide</i>) dan tangkai klep (<i>valve stem</i>) sudah aus (terlalu longgar) 4. Sil oli (oil seal) valve stem rusak/aus	1. Ganti/oversize 2. Ganti 3. Ganti 4. Ganti

D. Mencari dan Mengatasi Kerusakan Baterai

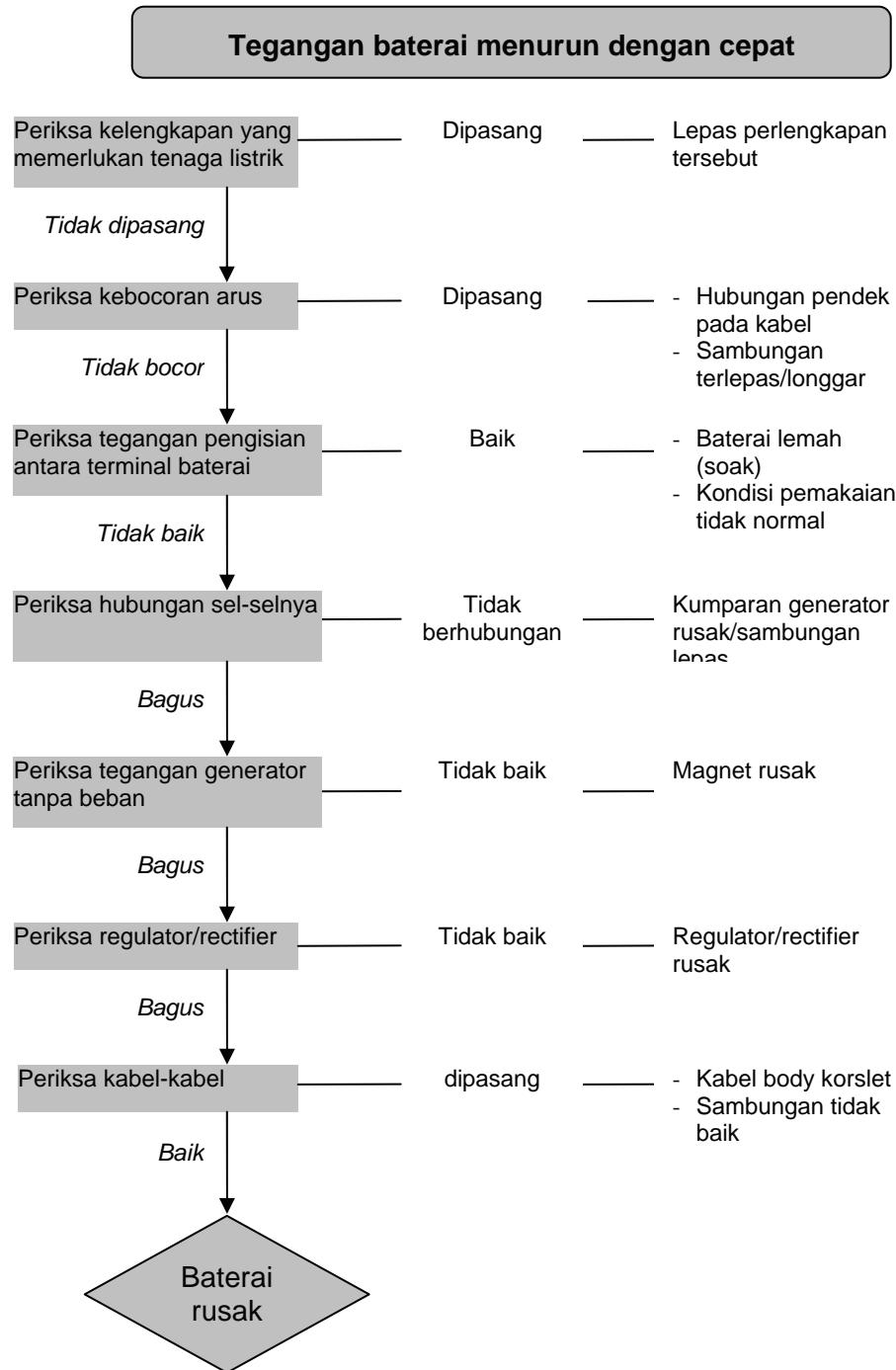


Diagram 1. Tahapan mencari dan mengatasi kerusakan baterai

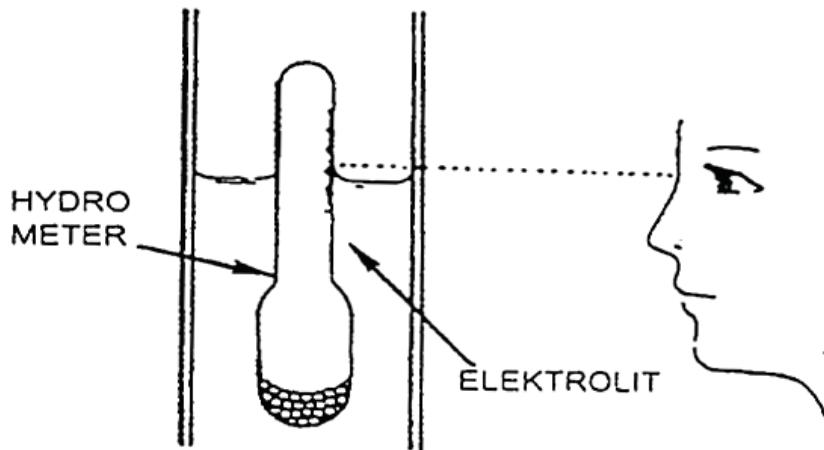
E. Pemeriksaan dan Perbaikan Baterai

- a. Periksa kerusakan tempat baterai atau plat terhadap adanya pembentukan sulfat (selubung putih).
Ganti baterai jika sudah rusak atau telah mengalami sulfasi.
- b. Periksa tinggi permukaan elektrolit pada tiap sel, apakah masih berada diantara batas bawah (*lower level*) dan batas atas (*upper level*). Jika rendah, tambah air suling agar tinggi permukaan mencapai batas teratas (*upper level*).
- c. Periksa berat jenis (BJ) setiap sel dengan menghisap cairan elektrolit ke dalam hydrometer.

Berat jenis:

Muatan penuh : 1,270 – 1,290 pada suhu 20°C

Muatan kosong : di bawah 1,260 pada suhu 20°C



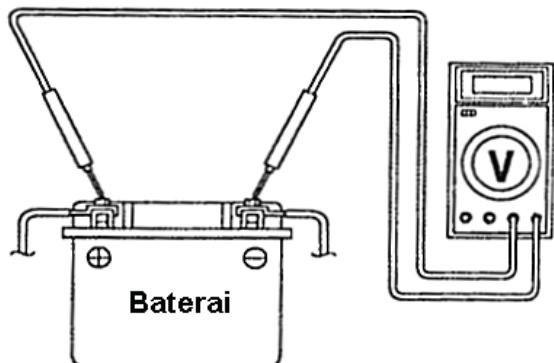
Gambar 5.9 Pembacaan berat jenis elektrolit menggunakan hydrometer

Catatan:

- 1) Berat jenis akan berubah sekitar 0,007 per 10°C perubahan suhu. Perhatikanlah suhu sekitar saat melakukan pengukuran.
- 2) Jika perbedaan berat jenis antara sel-sel lebih dari 0,01, *isi ulang (strum) baterai*. Jika perbedaannya terlalu besar, *ganti baterai*.
- 3) Baterai juga harus diisi kembali apabila berat jenisnya kurang dari 1,230.
- 4) Pembacaan tinggi pada permukaan cairan pada hydrometer harus dilakukan secara horizontal.

- d. Ukur tegangan baterai menggunakan multimeter
Standar tegangan (voltage) untuk baterai bebas perawatan (free maintenance):

Bermuatan penuh : 13,0 – 13,2 V
Bermuatan kurang : di bawah 12,3 V



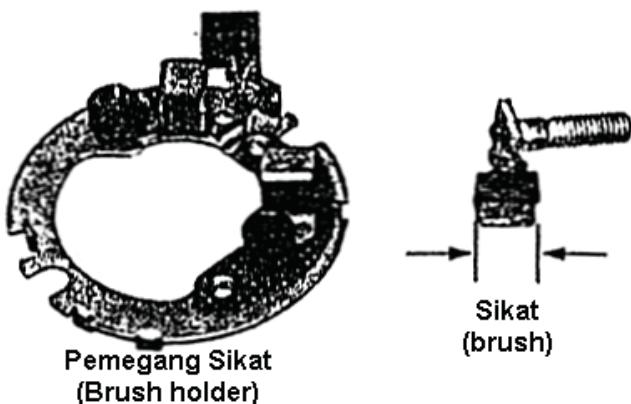
Gambar 5.10 Pengukuran tegangan baterai

F. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Starter

a. Pemeriksaan Sikat (Brush)

- 1) Periksa sikat-sikat terhadap kerusakan atau keretakan. Bila sudah rusak, *ganti dengan yang baru*.
- 2) Ukur panjang setiap sikat. Jika sudah di bawah batas servis (limit), *ganti dengan yang baru*.

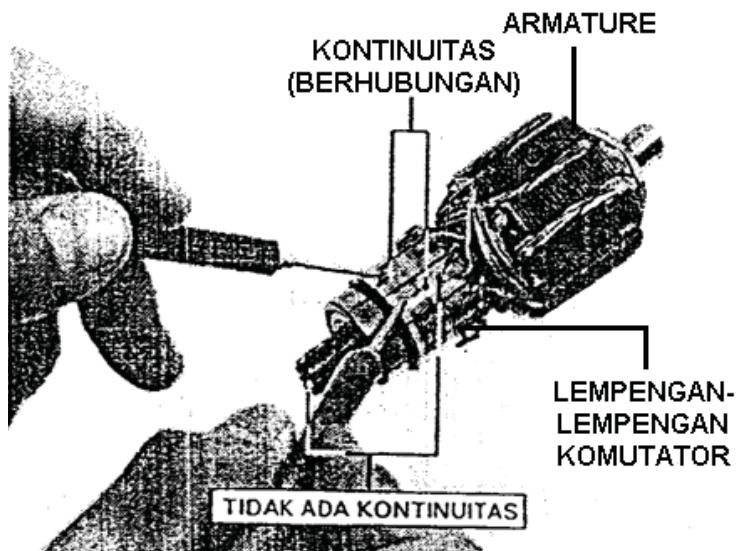
Batas servis : 4,0 mm



Gambar 5.11 Pengukuran panjang sikat

b. Pemeriksaan Komutator dan Armature

- 1) Periksa lempengan-lempengan komutator terhadap adanya perubahan warna atau kotor.
 - a) Bila berubah warna, *ganti motor starter* karena telah terjadi hubungan singkat (korslet).
 - b) Bila kotor permukaannya, *bersihkan* dengan kertas gosok yang halus (sekitar nomor 400) kemudian bersihkan dengan lap kering.

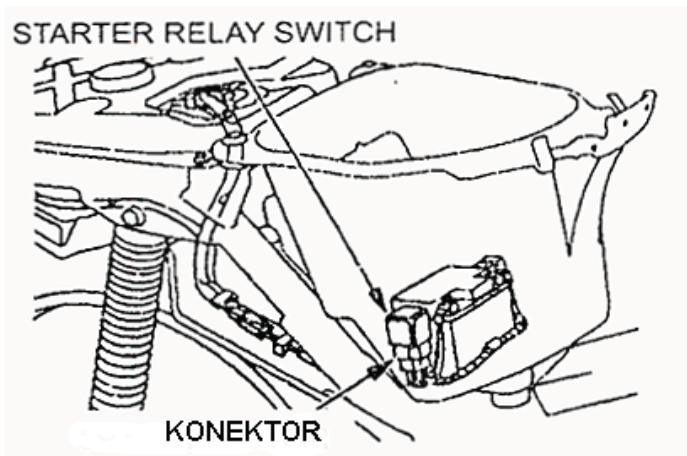


Gambar 5.12 Pemeriksaan komutator dan armature

- 2) Periksa dengan menggunakan multimeter (skala ohmmeter) terhadap adanya kontinuitas diantara tiap lempengan (segmen) komutator (lihat gambar di atas). Bila *tidak ada* kontinuitas (hubungan), *ganti armature*.
- 3) Periksa dengan menggunakan multimeter (skala ohmmeter) terhadap adanya kontinuitas diantara masing-masing lempengan (segmen) komutator dengan poros (as) armature (lihat gambar di atas). Bila *tidak ada* kontinuitas (hubungan), berarti baik dan bila *ada* kontinuitas, *ganti armature*.

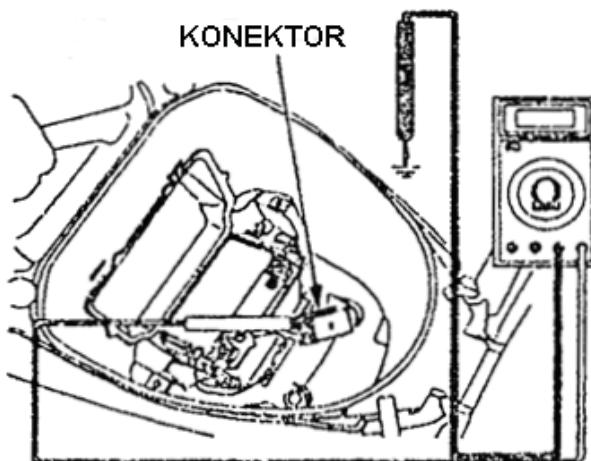
c. Pemeriksaan Saklar Relay Starter/Solenoid (Starter Relay Switch)

- 1) Periksa bahwa saklar relay starter terdengar bunyi "klik" saat kunci kontak ON dan tombol starter ditekan. Jika tidak terdengar bunyi tersebut, lepaskan konektor lalu periksa terhadap kontinuitas dan tegangan antara terminal-terminalnya.



Gambar 5.13 Posisi relay starter pada salah satu sepeda motor

- 2) Contoh pemeriksaan kontinuitas relay starter pada Honda Supra PGM-FI
Periksa terhadap kontinuitas menggunakan multimeter (skala ohmmeter) antara kabel kuning/merah dan massa.
Jika ada kontinuitas (*hubungan*), berarti relay starter baik/normal.



Gambar 5.14 Pemeriksaan kontinuitas relay starter

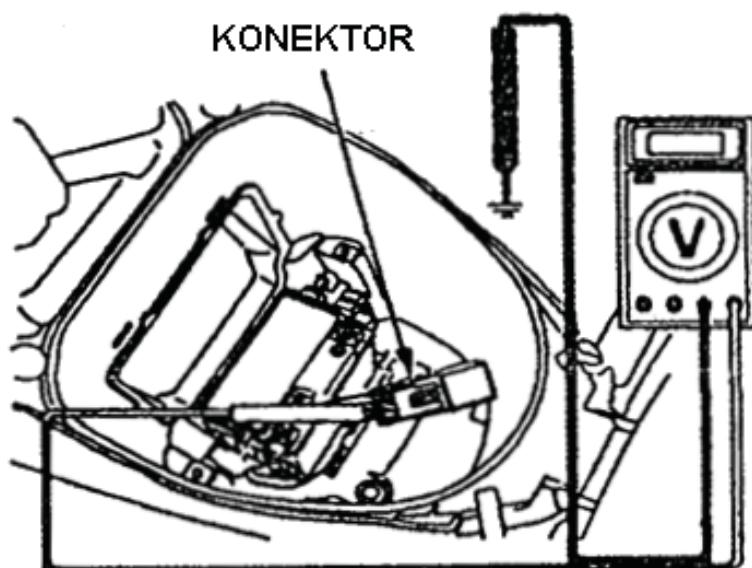
Catatan:

Warna kabel setiap produk/merek sepeda motor kemungkinan berbeda, namun prosedur pemeriksaannya pada dasarnya sama.

- 3) Contoh pemeriksaan tegangan relay starter pada Honda Supra PGM-FI

Ukur tegangan relay starter menggunakan multi meter (skala voltmeter) antara kabel hitam (+) dan massa.

Jika *tegangan (voltage)* baterai pada multi meter hanya muncul ketika kunci kontak posisi ON, berarti relay starter *baik/normal*.



Gambar 5.15 Pemeriksaan tegangan relay starter

G. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Pengisian

a. Pemeriksaan Tegangan (voltage) pengisian

- 1) Hidupkan mesin sampai mencapai suhu kerja normal.
- 2) Ukur tegangan baterai menggunakan multimeter (skala voltmeter) seperti pada gambar di bawah:

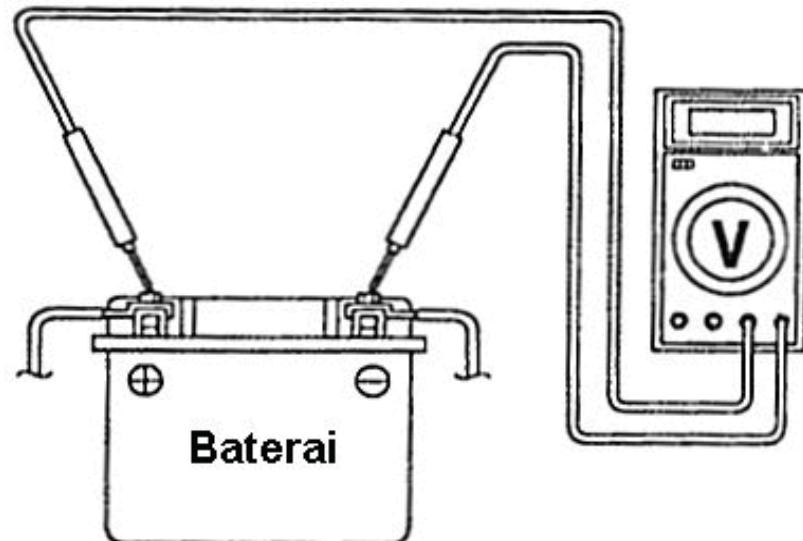
Standar tegangan pengisian pada putaran 5.000 rpm:

13,0 – 16,0 V (Suzuki)

14,0 – 15,0 V (Honda)

14,5 V (Yamaha)

- 3) Baterai dalam keadaan *normal* jika tegangan yang diukur sesuai standar. Lihat bagian 3 (menemukan sumber-sumber kerusakan) untuk menentukan kemungkinan penyebab yang terjadi jika hasil tegangan pengisian tidak sesuai dengan standar.



Gambar 5.16 Pengukuran tegangan pengisian

Catatan:

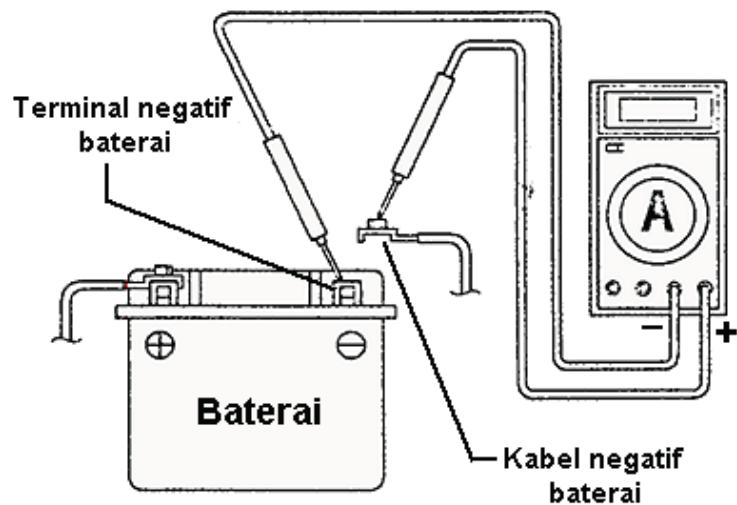
- Jangan memutuskan hubungan baterai kabel manapun juga pada sistem pengisian tanpa mematikan kunci kontak terlebih dahulu karena bisa merusak alat uji dan komponen listrik.
- Pastikan baterai berada dalam kondisi baik sebelum melakukan pemeriksaan sistem pengisian.

b. Pemeriksaan Kebocoran Arus

- Matikan kunci kontak (putar ke posisi OFF) lalu lepaskan kabel negatif dari terminal baterai.
- Hubungkan jarum positif (+) ampermeter ke kabel negatif baterai (massa) dan jarum negatif (-) ke terminal negatif baterai seperti gambar di bawah:

Standar kebocoran arus : maksimum 1 A

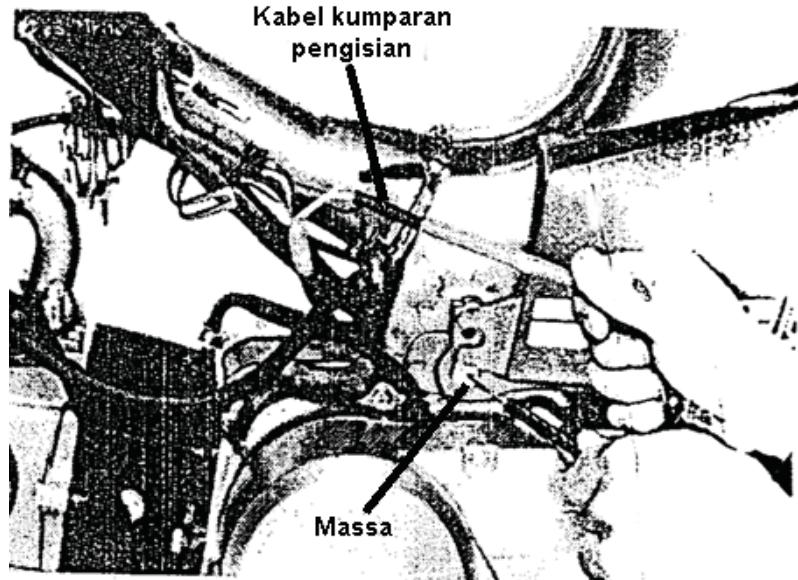
- Jika kebocoran arus melebihi standar yang ditentukan, kemungkinan terjadi korslet pada rangkaian sistem pengisian. Periksa dengan melepas satu persatu sambungan-sambungan pada rangkaian sistem pengisian sampai jarum penunjuk ampermeter tidak bergerak.



Gambar 5.17 Pengukuran kebocoran arus

c. **Pemeriksaan Kumparan Generator (Alternator)**

- 1) Periksa (ukur) dengan menggunakan multimeter (skala ohmmeter) tahanan koil/kumparan pengisian (*charging coil*) dengan massa seperti gambar di bawah:



Gambar 5.18 Pengukuran koil pengisian

Standar tahanan kumparan pengisian (pada suhu 20°C):

- 0,2 – 1,5 ohm (Ω) untuk Honda Astrea
- 0,3 - 1,1 Ω (Honda Supra PGM-FI)
- 0,6 - 1,2 Ω (Suzuki Shogun)
- 0,32 – 0,48 Ω (Yamaha Vega)

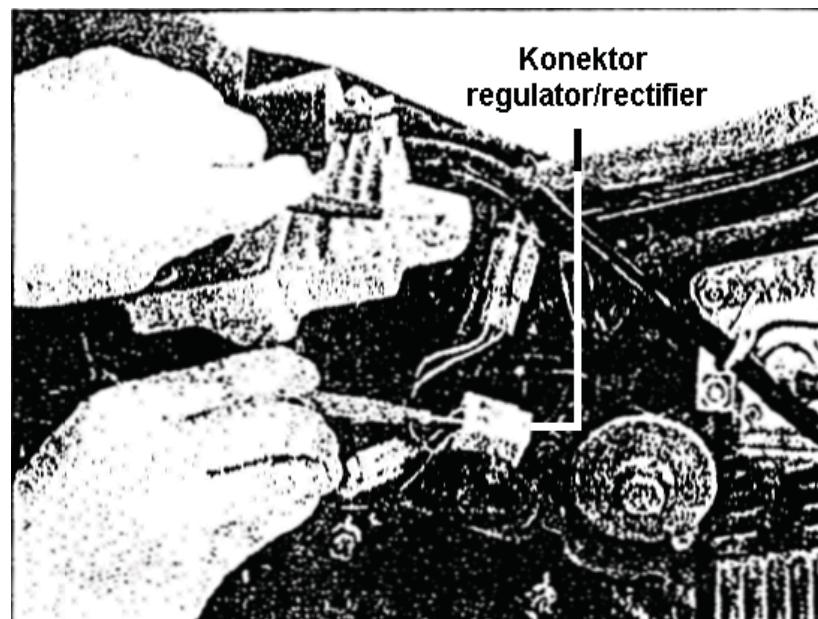
- 2) Jika hasil pengukuran terlalu jauh dari standar yang ditentukan, *ganti kumparan stator alternator (koil pengisian)*.

Catatan:

- a) Warna kabel koil pengisian setiap merek sepeda motor berbeda, lihat buku manual yang bersangkutan untuk lebih jelasnya.
- b) Pengukuran tahanan tersebut bisa dilakukan dengan kumparan stator dalam keadaan terpasang.

d. Pemeriksaan Regulator/Rectifier

- 1) Lepaskan konektor regulator/rectifier dan periksa konektor terhadap terminal-terminal yang longgar atau berkarat.
- 2) Periksa (ukur) dengan menggunakan multimeter (skala ohmmeter) tahanan pada terminal konektor regulator/rectifier seperti gambar di bawah:



Gambar 5.19 Pengukuran regulator/rectifier

Catatan:

- a) Warna kabel pada konektor regulator/rectifier setiap merek sepeda motor kemungkinan berbeda, lihat buku manual yang bersangkutan untuk lebih jelasnya.
- b) Standar tahanan (spesifikasi) pada konektor regulator/rectifier setiap merek sepeda motor kemungkinan berbeda, lihat buku manual yang bersangkutan untuk lebih jelasnya.
- c) Tabel 3 berikut ini adalah *contoh* spesifikasi tahanan dan tegangan (voltage) regulator/rectifier sepeda motor Honda Tiger

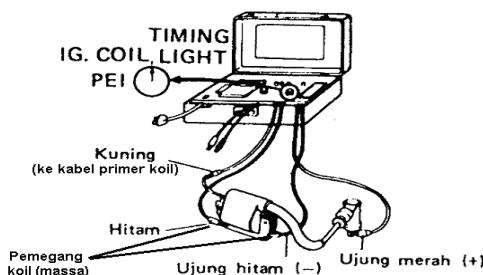
Tabel 3. Contoh spesifikasi tahanan dan tegangan (voltage) regulator/rectifier sepeda motor Honda Tiger

BAGIAN YANG DIPERIKSA	TERMINAL	SPESIFIKASI
Rangkaian pengisian Baterai	Merah (+) dan massa	Voltase baterai pada semua waktu
Kabel massa	Hijau dan massa	Kontinuitas
Kabel kumparan pengisian alternator	Kuning dan Merah Muda	0,1 - 1,0 Ohm pada 20°C
Kabel pengukuran voltase	Hitam dan massa	Voltase baterai dengan kunci kontak pada posisi ON

- 3) Jika tahanan tidak sesuai dengan spesifikasi, *ganti regulator/rectifier dengan yang baru.*

H. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Pengapian

- a. **Pemeriksaan Ignition Coil (Koil Pengapian) dengan Electro Tester**
 - 1) Posisikan tombol "power" tester pada posisi OFF
 - 2) Hubungkan kabel-kabel tester seperti terlihat pada gambar di bawah.



Gambar 5.20 Pemeriksaan koil pengapian dengan electro tester

- 3) Arahkan tombol selector ke "IG COIL".
- 4) Posisikan tombol "power" ke posisi ON.
- 5) Amati pancaran (loncatan) bunga api listrik pada tester. Pancaran harus kuat dan berkelanjutan. Biarkan pengetesan ini berjalan sekitar 5 menit untuk memastikan koil pengapian bekerja dengan baik.
 - a) *Loncatan bunga api pengapian yang baik adalah berjarak sekitar 8 mm.*
 - b) *Bila tidak terjadi pengapian atau pengapian berwarna orange, berarti keadaan koil pengapian kurang baik.*

b. Pemeriksaan Ignition Coil (Koil Pengapian) dengan Multimeter

- 1) Periksa tahanan kumparan primer koil pengapian menggunakan multimeter (skala ohmmeter x 1Ω) antara terminal kabel primer dengan massa.

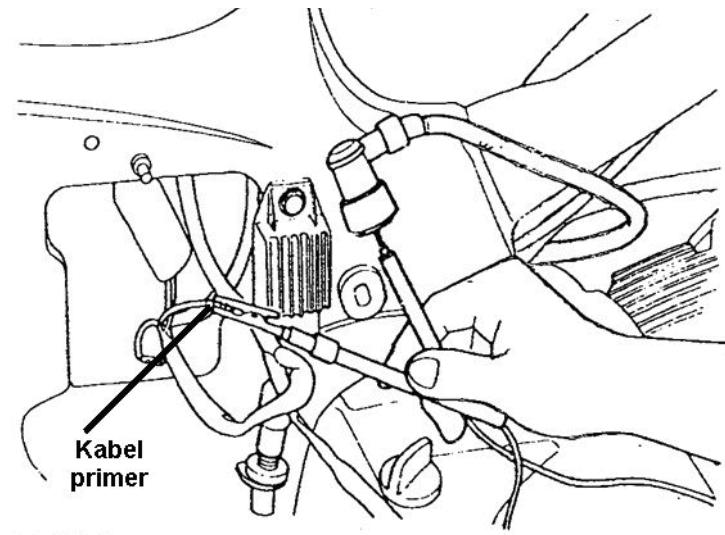
Standar :

0,5 – 0,6 Ω pada suhu 20°C(Honda)
 0,32 – 0,48 Ω suhu 20°C (Yamaha)
 0,1 – 0,2 Ω suhu 20°C (Suzuki)

- 2) Periksa tahanan kumparan sekunder koil pengapian menggunakan multimeter (skala ohmmeter x kΩ) antara terminal kabel primer dengan tutup busi seperti gambar di bawah.

Standar :

11,5 – 14,5 kΩ pada suhu 20°C (Honda)
 10 kΩ pada suhu 20°C (Yamaha)
 14 – 18 kΩ pada suhu 20°C (Suzuki)

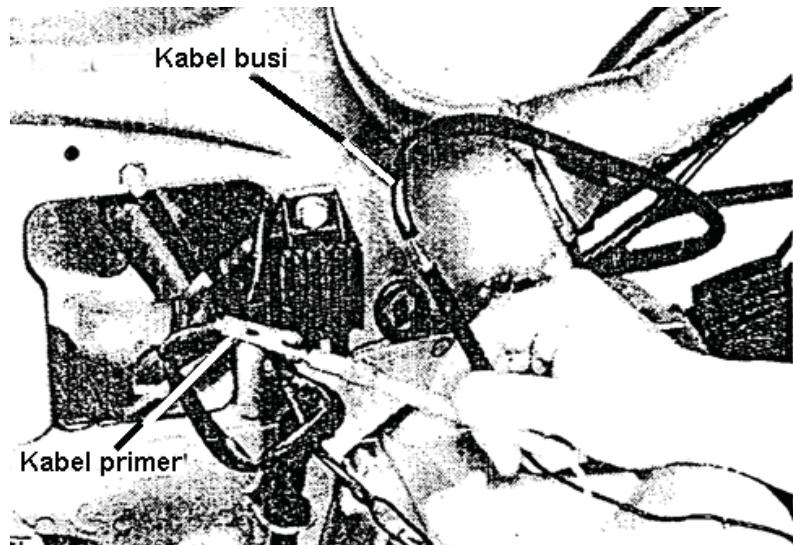


Gambar 5.21 Pemeriksaan tahanan kumparan sekunder

- 3) Periksa tahanan kumparan sekunder koil pengapian menggunakan multimeter (skala ohmmeter x $k\Omega$) antara terminal kabel primer dengan kabel busi/kabel tegangan tinggi (*tanpa tutup busi*) seperti gambar di bawah:

Standar :

7,8 – 8,2 $k\Omega$ pada suhu 20°C (Honda)
5,68 – 8,52 $k\Omega$ pada suhu 20°C (Yamaha)

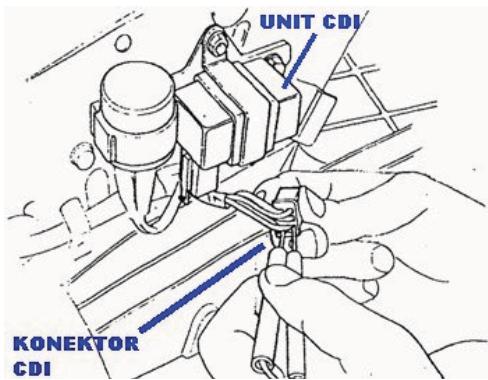


Gambar 5.22 Pemeriksaan tahanan kumparan sekunder

Jika hasil-hasil pengukuran di atas tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan, ganti koil pengapian.

c. Pemeriksaan Unit CDI

- 1) Periksa unit CDI terhadap adanya hubungan yang longgar atau terminal-terminal yang berkarat.
- 2) Periksa tahanan diantara terminal-terminal konektor unit CDI seperti gambar di bawah:



Gambar 5.23 Pemeriksaan tahanan unit CDI

Catatan:

- Warna kabel pada konektor unit CDI setiap merek sepeda motor kemungkinan berbeda, lihat buku manual yang bersangkutan untuk lebih jelasnya.
- Standar tahanan (spesifikasi) pada konektor unit CDI setiap merek sepeda motor kemungkinan berbeda, lihat buku manual yang bersangkutan untuk lebih jelasnya.
- Tabel berikut ini adalah *contoh* spesifikasi tahanan dan unit CDI sepeda motor Honda Astrea

Tabel 4. Contoh spesifikasi tahanan dan unit CDI sepeda motor Honda Astrea

BAGIAN	TERMINAL	STANDARD
Kumparan primer koil pengapian	Bl/Y dan G/W	0,5–1 Ohm (pada 20°C/68°F)
Kunci kontak (kunci kontak pada posisi ON)	Bl/W dan G/W	Kontinuitas
Kumparan pembangkit alternator	Bl/R dan G/W	100–400 Ohm (20°C/68°F)
Generator pulsa	L/Y dan G/W	50–200 Ohm (20°C/68°F)
Kabel massa	G/W dan massa kendaraan	Kontinuitas

Keterangan tabel :

Bl/Y = Hitam/kuning

G/W = Hijau/putih

Bl/W = Hitam/putih

Bl/R = Hitam/merah

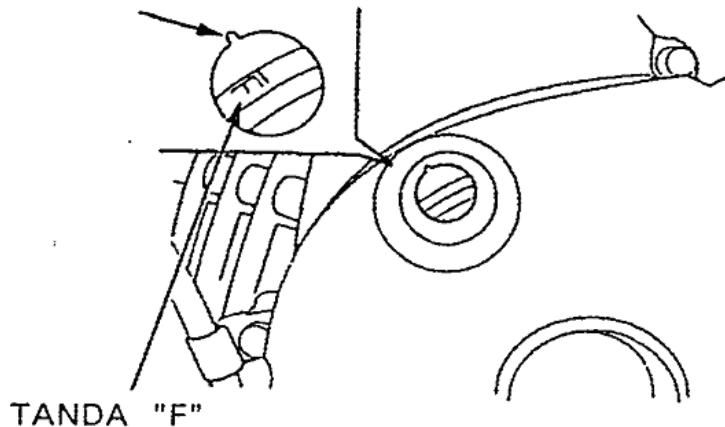
Lb/Y = Biru muda/kuning

Jika hasil-hasil pengukuran di atas tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan, ganti unit CDI.

d. Pemeriksaan Ignition Timing (Saat Pengapian)

- 1) Panaskan mesin sampai mencapai suhu kerja normal lalu matikan mesin.
- 2) Periksa saat pengapian dengan melepaskan tutup lubang pemeriksaan tanda pengapian terlebih dahulu.
- 3) Pasangkan timing light ke kabel busi.
- 4) Hidupkan mesin pada putaran idle/stasioner.
Putaran stasioner : $1400 \pm 100 \text{ rpm}$
- 5) Saat pengapian sudah tepat jika tanda "F" bertepatan (sejajar) dengan tanda penyesuaian pada tutup bak mesin sebelah kiri seperti terlihat pada gambar di bawah:

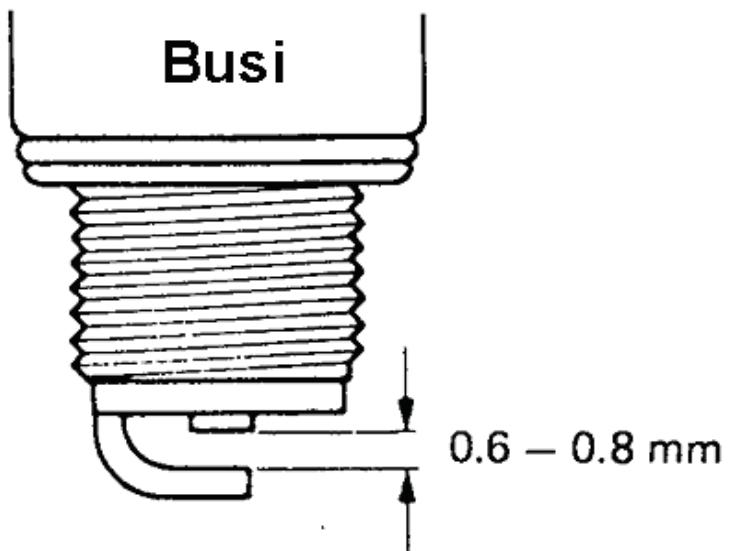
TAKIK PENUNJUK (TANDA PENYESUAIAN)



Gambar 5.24 Tanda saat pengapian pada bak mesin sebelah kiri

e. Pemeriksaan Busi

- 1) Periksa endapan karbon pada busi. Bila terdapat endapan karbon, bersihkan busi dengan mesin pembersih busi atau menggunakan alat yang lancip. (*Lihat pembahasan pada Bab IV bagian H.4 untuk melihat analisis busi yang lebih detil*).
- 2) Ukur celah (gap) busi menggunakan feeler gauge. Bila celahnya tidak sesuai spesifikasi, stel celah busi tersebut.
Standar celah busi: 0,6 – 0,8 mm



Gambar 5.25 Cela (gap) busi

9. Pemeriksaan dan Perbaikan Sistem Penerangan

a. Pemeriksaan Saklar (Switch)

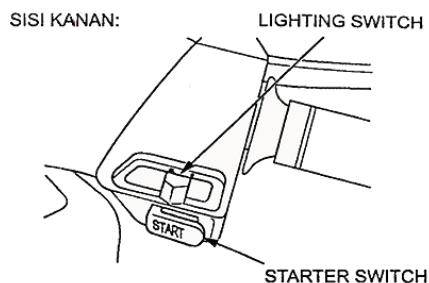
- 1) Periksa sambungan antar terminal yang ada switch (atau konektor switch) dengan menggunakan multimeter (skala ohmmeter $\times 1\Omega$) untuk menentukan benar atau baik tidaknya sambungan.
- 2) Tanda "0 — 0" menunjukkan terminal yang memiliki hubungan (kontinuitas) yaitu sirkuit/rangkaian tertutup pada posisi switch yang ditunjukkan (yang bersangkutan).
- 3) Jika terdapat sambungan yang kurang baik atau tidak ada hubungan (kontinuitas), *perbaiki atau ganti (bila perlu) switch tersebut*.

Catatan:

- a) Warna kabel pada switch (konektor switch) setiap merek sepeda motor kemungkinan berbeda, lihat buku manual yang bersangkutan untuk lebih jelasnya.
- b) Bentuk switch setiap merek sepeda motor kemungkinan berbeda, lihat buku manual yang bersangkutan untuk lebih jelasnya.
- c) Tabel berikut ini adalah *contoh* pemeriksaan switch (saklar) pada sepeda motor Honda Supra PGM-FI

RIGHT HANDLEBAR SWITCH:
(SAKELAR KANAN STANG STIR)

STARTER SWITCH		LIGHTING SWITCH	
		C1	TL
BEBAS			
TEKAN	O—O	(N) O—O	H O—O
WARNA	Y/R	WARNA Y	Br

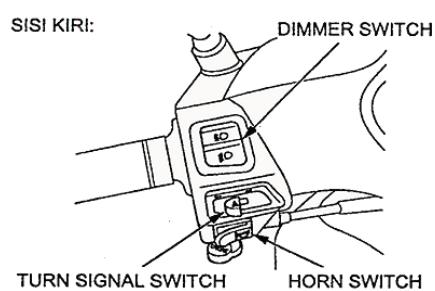


Gambar 5.26 Peta sambungan saklar
kanan stang stir/kemudi

LEFT HANDLEBAR SWITCH:
(SAKELAR KIRI STANG STIR)

DIMMER SWITCH			
	(HL)	Lo	Hi
Lo	O—O		
(N)	O—O	O—O	
Hi	O	O—O	
WARNA	Br	W	Bu

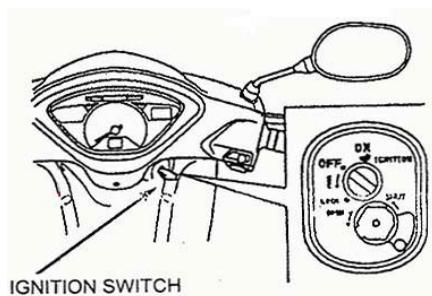
TURN SIGNAL SWITCH (SAKELAR LAMPU SEIN)			HORN SWITCH (SAKELAR KLAKSON)		
	WR	W	WL	Ho	BAT
R	O—O			BEBAS	
N				TEKAN	O—O
L		O—O		WARNA	Lg BI
WARNA	Lb	Gr	O		



Gambar 5.27 Peta sambungan saklar
kiri stang stir/kemudi

IGNITION SWITCH
(KUNCI KONTAK)

	BAT	BAT1
ON	O	O
OFF		
LOCK		
WARNA	R	BI



Gambar 5.28 Peta sambungan
saklar kunci kontak

Keterangan warna :

Y/R	= Kuning/merah	W	= Putih
Br	= Coklat	Bl	= Hitam
Bu	= Biru	G	= Hijau
Lb	= Biru muda	Gr	= Abu-abu
Lg	= Hijau muda		

b. Pemeriksaan Lampu Kepala

Jika lampu kepala (depan) tidak menyala, maka:

- 1) Periksa bola lampu, ganti bila bola lampu putus.
- 2) Periksa tahanan lighting coil (kumparan penerangan atau spul lampu).

Standar tahanan dan warna kabel kumparan penerangan berbeda setiap merek sepeda motor, lihat buku manual masing-masing.

Jika hasil pengukuran terlalu dari standar, ganti kumparan penerangan atau stator alternator.

- 3) Periksa saklar (switch) lampu.

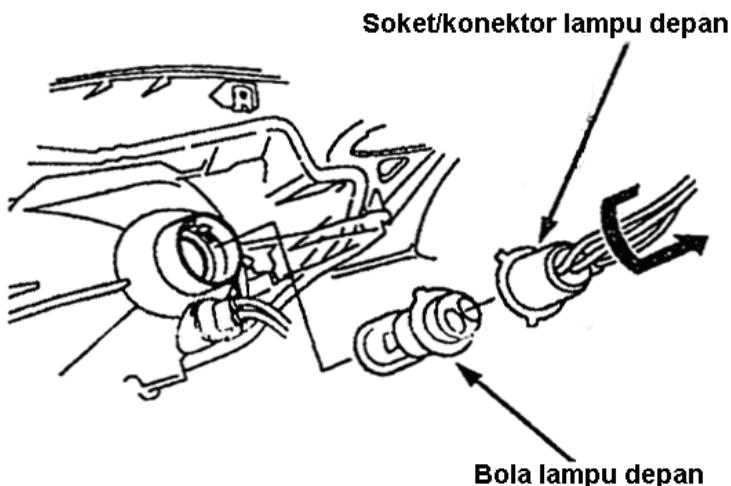
Lihat bagian 9.a tentang pemeriksaan saklar.

- 4) Periksa saklar lampu jauh dekat (dimmer switch).

Untuk memeriksa tahanannya (kontinuitasnya), lihat bagian 9.a tentang pemeriksaan saklar.

Untuk memeriksa tegangannya:

- a) Hubungkan multimeter (skala voltmeter) terminal (+) ke konektor lampu lauh maupun lampu dekat secara bergantian (tergantung posisi saklar dimmer tersebut).
- b) Hubungkan terminal (-) multimeter ke massa atau kabel yang menuju massa.



Gambar 5.29 Konektor lampu depan

- c) Hidupkan mesin
 - d) Geser saklar lampu ke posisi ON
 - e) Geser saklar dimmer ke posisi lampu dekat atau ke lampu jauh bergantian.
 - f) Multimeter harus menunjukkan tegangan sebesar tegangan baterai (12 V) pada sambungan konektor bola lampu depan tersebut.
Jika tegangan yang diperoleh di luar spesifikasi, terdapat kerusakan rangkaian kabel dari kunci kontak ke sambungan soket tersebut.
- 5) Periksa sambungan kabel.
Periksa seluruh sambungan kabel sistem penerangan. Perbaiki jika ada yang rusak, terputus, longgar dan sebagainya.
- 6) Periksa kondisi tiap sirkuit/rangkaian sistem penerangan.

c. Pemeriksaan Lampu Sein

Jika lampu tanda belok (sein) tidak menyala, maka:

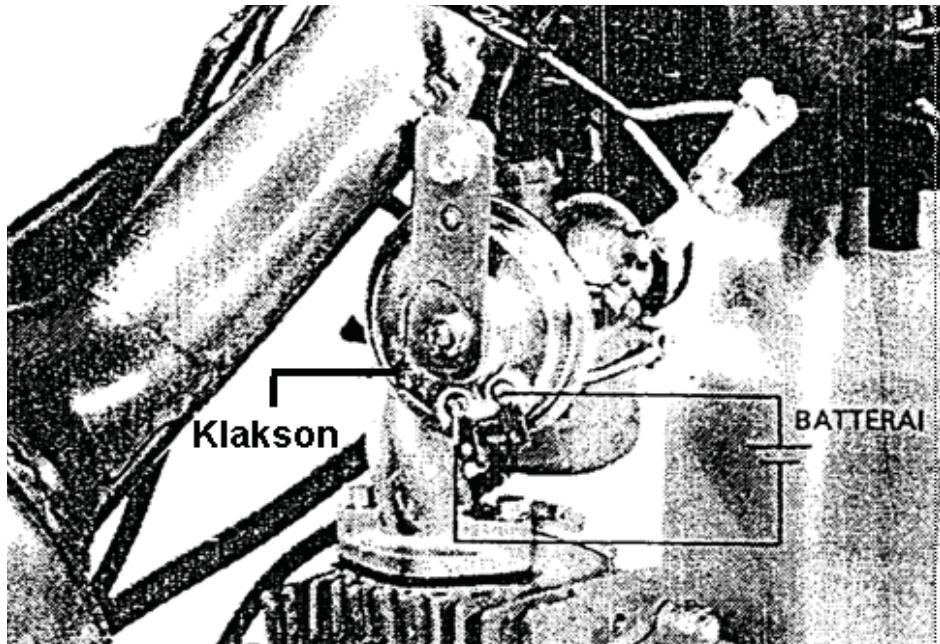
- 1) Periksa bola lampu, ganti bila bola lampu putus.
- 2) Periksa sekering, ganti jika sekering terbakar atau putus.
Periksa sambungan kabel rangkaian sistem lampu sein. Perbaiki jika ada yang rusak, terputus, longgar dan sebagainya.
- 3) Periksa relay (flasher) lampu sein
Jika seluruh sambungan dan kabel sistem lampu sein masih bagus, periksa relay lampu sein dengan cara menghubungkan singkatkan antara terminal yang ada dalam lampu sein menggunakan kabel jumper. Kemudian periksa nyala lampu sein dengan memposisikan saklar lampu sein ke 'ON'. Jika lampu sein menyala, berarti relay rusak dan harus diganti dengan yang baru.

d. Pemeriksaan Klakson

Jika klakson tidak berbunyi, maka:

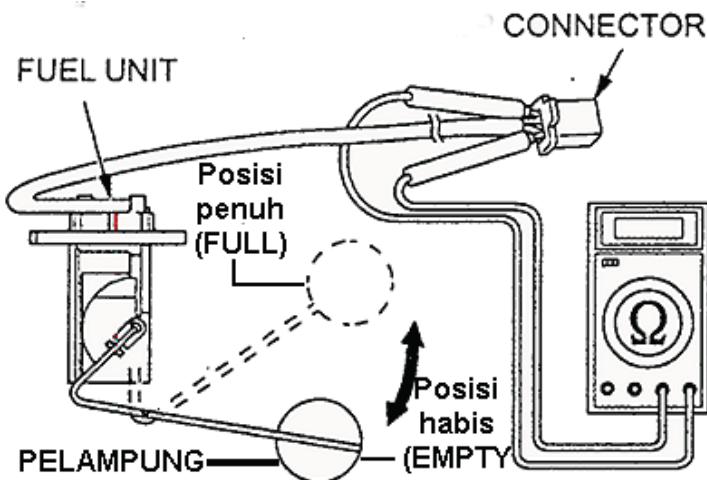
- 1) Periksa saklar/tombol klakson.
Lihat bagian 9.a tentang pemeriksaan saklar.
- 2) Periksa tegangan yang menuju klakson, dengan cara:
 - a) Periksa dengan menggunakan multimeter (skala voltmeter), yaitu terminal (+) multimeter ke kabel di terminal klakson (kabel yang mendapat arus dari baterai) dan terminal (-) multimeter ke massa.
 - b) Putar kunci kontak ke posisi ON
 - c) Multimeter harus menunjukkan tegangan sebesar tegangan baterai (12 V) pada pengukuran tersebut.
Jika tegangan yang diperoleh di luar spesifikasi, terdapat kerusakan rangkaian kabel dari kunci kontak ke klakson.

- 3) Periksa klakson, dengan cara:
 - a) Periksa dengan menggunakan multimeter (skala voltmeter), yaitu terminal (+) multimeter ke terminal klakson (terminal yang kabelnya menuju massa) dan terminal (-) multimeter ke massa.
 - b) Putar kunci kontak ke posisi ON
 - c) Multimeter harus menunjukkan tegangan sebesar tegangan baterai (12 V) pada pengukuran tersebut.
Jika tegangan yang diperoleh di luar spesifikasi, terdapat kerusakan pada klakson. Ganti klakson dengan yang baru.
- 4) Cara lain memeriksa klakson adalah dengan menghubungkan langsung baterai 12V ke terminal klakson seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 5.30 Pemeriksaan klakson

- 5) Jika klakson berbunyi nyaring, maka klakson normal.
- e. **Pemeriksaan Pengukur Tinggi Permukaan Bensin**
- 1) Buka/lepaskan pengukur tinggi permukaan bensin.
 - 2) Periksa tahanan dengan menggunakan multimeter (skala ohmmeter) pada setiap posisi pelampung.



Gambar 5.31 Pengukur tinggi permukaan bensin

- 3) Standar tahanan masing-masing terminal pengukur tinggi permukaan bensin setiap merek sepeda motor berbeda. Lihat buku manual yang bersangkutan untuk lebih jelasnya.
- 4) Jika nilai tahanan yang diukur tidak sesuai dengan spesifikasi, ganti satu set pengukur tinggi permukaan bensin tersebut.

SOAL-SOAL LATIHAN BAB V

1. Kenapa pada sepeda motor berbahan bakar bensin diperlukan sistem pengapian?
2. Apa yang dimaksud dengan pengapian terlalu maju atau terlalu mundur?
3. Jelaskan perbedaan antara sistem pengapian CDI – DC dengan CDI – AC!
4. Jelaskan bagaimana terjadinya tegangan induksi pada koil pengapian!
5. Kenapa kita harus memperhatikan tingkat panas busi? Apa efek yang ditimbulkan jika terjadi kesalahan pemasangan tipe busi yang mempunyai tingkat panas berbeda?

BAB VI

SISTEM BAHAN BAKAR (FUEL SYSTEM)

J. PENDAHULUAN

Secara umum sistem bahan bakar pada sepeda mesin berfungsi untuk menyediakan bahan bakar, melakukan proses pencampuran bahan bakar dan udara dengan perbandingan yang tepat, kemudian menyalurkan campuran tersebut ke dalam silinder dalam jumlah volume yang tepat sesuai kebutuhan putaran mesin. Cara untuk melakukan penyaluran bahan bakarnya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sistem penyaluran bahan bakar dengan sendirinya (karena berat gravitasi) dan sistem penyaluran bahan bakar dengan tekanan.

Sistem penyaluran bahan bakar dengan sendiri diterapkan pada sepeda mesin yang masih menggunakan karburator (sistem bahan bakar konvensional). Pada sistem ini tidak diperlukan pompa bahan bakar dan penempatan tangki bahan bakar biasanya lebih tinggi dari karburator. Sedangkan sistem penyaluran bahan bakar dengan tekanan terdapat pada sepeda mesin 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 kadangkala ECM (electronic/engine control module).

K. BAHAN BAKAR

Bahan bakar mesin merupakan persenyawaan Hidro-karbon yang diolah dari minyak bumi. Untuk mesin bensin dipakai bensin dan untuk mesin diesel disebut minyak diesel. Premium adalah bensin dengan mutu yang diperbaiki. Bahan bakar yang umum digunakan pada sepeda mesin adalah *bensin*. Unsur utama bensin adalah *carbon* (C) dan *hydrogen* (H). Bensin terdiri dari *octane* (C_8H_{18}) dan *nepthane* (C_7H_{16}). Pemilihan bensin sebagai bahan bakar berdasarkan pertimbangan dua kualitas; yaitu nilai kalor (*calorific value*) yang merupakan sejumlah energi panas yang bisa digunakan untuk menghasilkan kerja/usaha dan *volatility* yang mengukur

seberapa mudah bensin 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 bensin susah terbakar.

Perbandingan campuran bensin dan udara harus ditentukan sedemikian rupa agar bisa diperoleh efisiensi dan pembakaran yang sempurna. Secara tepat perbandingan campuran bensin dan udara yang ideal (perbandingan *stoichiometric*) untuk proses pembakaran yang sempurna pada mesin adalah 1 : 14,7. Namun pada prakteknya, perbandingan campuran optimum tersebut tidak bisa diterapkan terus menerus pada setiap keadaan operasional, contohnya; saat putaran idel (langsung) dan beban penuh kendaraan mengkonsumsi campuran udara bensin yang gemuk, sedangkan dalam keadaan lain pemakaian campuran udara bensin bisa mendekati yang ideal. Dikatakan campuran kurus/miskin, jika di dalam campuran bensin dan udara tersebut terdapat lebih dari 14,7 persentase udara. Sedangkan jika kurang dari angka tersebut disebut campuran kaya/gemuk.

L. PERBANDINGAN CAMPURAN UDARA DAN BAHAN BAKAR (AIR FUEL RATIO)

Untuk dapat berlangsung pembakaran bahan bakar, maka dibutuhkan oksigen yang diambil dari udara. Udara mengandung 21 sampai 23% oksigen dan kira-kira 78% nitrogen, lainnya sebanyak 1% Argon dan beberapa unsur yang dapat diabaikan. Untuk keperluan pembakaran, oksigen tidak dipisahkan dari unsur lainnya tapi disertakan bersama-sama. Yang ikut bereaksi pada pembakaran hanyalah oksigen, sedangkan unsur lainnya tidak beraksi dan tidak memberikan pengaruh apapun. Nitrogen akan keluar bersama gas sisa pembakaran dalam jumlah dan bentuk yang sama seperti semula.

Pembakaran yang terjadi adalah tidak lain dari suatu reaksi kimia yang berlangsung dalam waktu yang amat pendek, dan dari reaksi tersebut dihasilkan sejumlah panas. Karena itu untuk sejumlah tertentu bahan bakar dibutuhkan pula sejumlah oksigen. Perbandingan antara jumlah udara dan bahan bakar tersebut dapat dihitung dengan persamaan reaksi pembakaran.

Pada bagian sebelumnya telah disebutkan bahwa perbandingan campuran bensin dan udara yang ideal (campuran bensin udara untuk pembakaran dengan tingkat polusi yang paling rendah) adalah 1 : 14,7 atau dalam ukuran liter dapat disebutkan 1 liter bensin secara ideal harus bercampur dengan 11500 liter udara.

Simbol perbandingan udara yang masuk ke silinder mesin dengan jumlah udara menurut teori dinyatakan dengan = χ

$$\chi = \frac{\text{Jumlah udara masuk}}{\text{Jumlah syarat udara menurut teori}}$$

$$\chi = 1$$

Jumlah udara masuk ke dalam silinder mesin sama dengan jumlah syarat udara dalam teori

$$\chi < 1$$

Jumlah udara yang masuk lebih kecil dari jumlah syarat udara dalam teori, pada situasi ini mesin kekurangan udara, campuran gemuk, dalam batas tertentu dapat meningkatkan daya mesin.

$$\chi > 1$$

Jumlah udara yang masuk lebih banyak dari syarat udara secara teoritis, saat ini motor kelebihan udara, campuran kurus, tenaga motor kurang.

Tabel 1. Perkiraan Perbandingan Campuran dengan Keadaan Operasional Mesin

Kondisi Operasional Mesin	Perkiraan Perbandingan Campuran Bensin dengan Udara	Lambda (χ)	Keterangan
Mesin hidup pada suhu rendah (0 derajat C)	1 : 1	0,07	Bila mesin sangat dingin saat dihidupkan, maka mesin akan sulit hidup karena bensin sukar menguap, bensin bahkan menempel pada saluran masuk/ sulit bercampur dengan udara.
Mesin hidup pada suhu rendah (20 derajat C)	1 : 5	0,34	Keadaan seperti ini; mesin memerlukan penambahan bensin hingga perbandingan campuran gemuk.

Kondisi Operasional Mesin	Perkiraan Perbandingan Campuran Bensin dengan Udara	Lambda (λ)	Keterangan
Saat Akselerasi	1 : 8	0,54	Karena berat jenis bensin dan udara berbeda, maka bensin tidak dapat mengimbangi jumlah udara yang masuk selama akselerasi, hal ini menyebabkan perbandingan campuran menjadi kurus, sehingga diperlukan penambahan bensin sementara, sehingga campuran udara-bensin jadi gemuk.
Kecepatan Rendah.	1 : 12 – 13	0,88	Ketika kendaraan berjalan pada putaran lambat atau idel, maka jumlah aliran campuran udara bensin melalui saluran masuk juga rendah, hal itu akan menyebabkan bahan bakar dan udara tidak bercampur dengan baik, sehingga sebagian udara yang tidak terbakar keluar dan campuran yang dihasilkan kurus.
Putaran Idel	1 : 11	0,75	Bila campuran udara-bensin digemukkan pada kaburator maka hampir semua udara yang masuk ke dalam silinder dapat terbakar.

Kondisi Operasional Mesin	Perkiraan Perbandingan Campuran Bensin dengan Udara	Lambda (λ)	Keterangan
Beban Penuh	1 : 12–13	0,81-0,88	Pada saat mesin kecepatan tinggi dan daya maksimum, maka aliran campuran udara bensin juga lebih besar jika dibandingkan saat mesin putaran rendah/idel, oleh karena itu tidak semua udara yang masuk dalam silinder terbakar, sebagian keluar melalui saluran buang, Pada kondisi ini diperlukan perbandingan campuran yang sedikit lebih gemuk untuk mendapatkan daya yang lebih besar dan pembakaran yang lebih sempurna.
Ekonomis	1 : 16-18	1,09-1,22	Karburator dirancang untuk memberikan perbandingan campuran udara bensin yang optimal guna menghasilkan pembakaran yang ekonomis dan sempurna dari bensin selama mengendara dengan ekonomis Situasi ini perbandingan campuran udara-bensin adalah ideal, sehingga tidak ada bensin atau udara dalam silinder yang tidak terbakar.

M. SISTEM BAHAN BAKAR KONVENSIONAL (KARBURATOR)

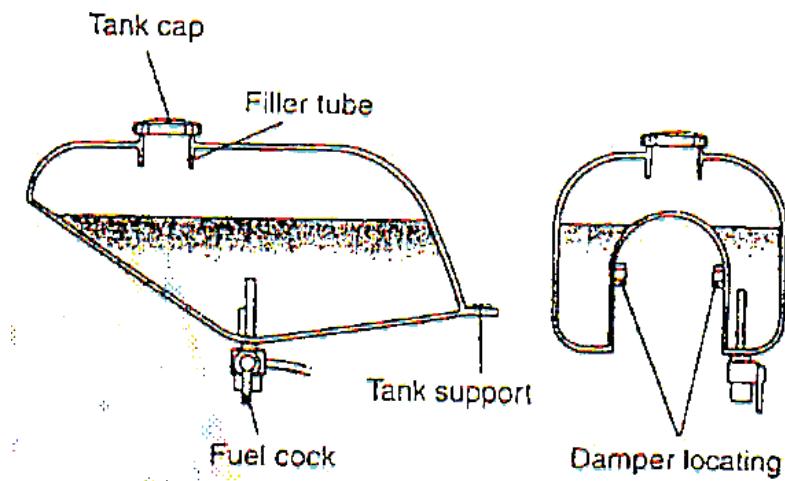
Sistem bahan bakar konvensional merupakan sistem bahan bakar yang menggunakan kaburator untuk melakukan proses pencampuran bensin dengan udara sebelum disalurkan ke ruang bakar. Sebagian besar sepeda motot saat ini masih menggunakan sistem ini. Komponen utama dari sistem bahan bakar terdiri dari: tangki dan karburator. Sepeda mesin yang menggunakan sistem bahan bakar konvensional umumnya tidak dilengkapi dengan pompa bensin karena sistem penyalurnya tidak menggunakan tekanan tapi dengan penyaluran sendiri berdasarkan berat gravitasi.

1. Tangki Bahan Bakar

Tangki merupakan tempat persediaan bahan bakar. Pada sepeda mesin yang mesinnya di bawah maka tangki bahan bakar ditempatkan di belakang, sedangkan mobil yang mesinnya di belakang biasanya tangki bahan bakar ditempatkan di bagian depan.

Kapasitas tangki dibuat bermacam-macam tergantung dari besar kecilnya mesin. Bahan tangki umumnya dibuat dari plat baja dengan dilapisi pada bagian dalam dengan logam yang tidak mudah berkarat. Namun demikian terdapat juga tangki bensin yang terbuat dari aluminium.

Tangki bahan bakar dilengkapi dengan pelampung dan sebuah tahanan geser untuk keperluan alat pengukur jumlah minyak yang ada di dalam tangki.



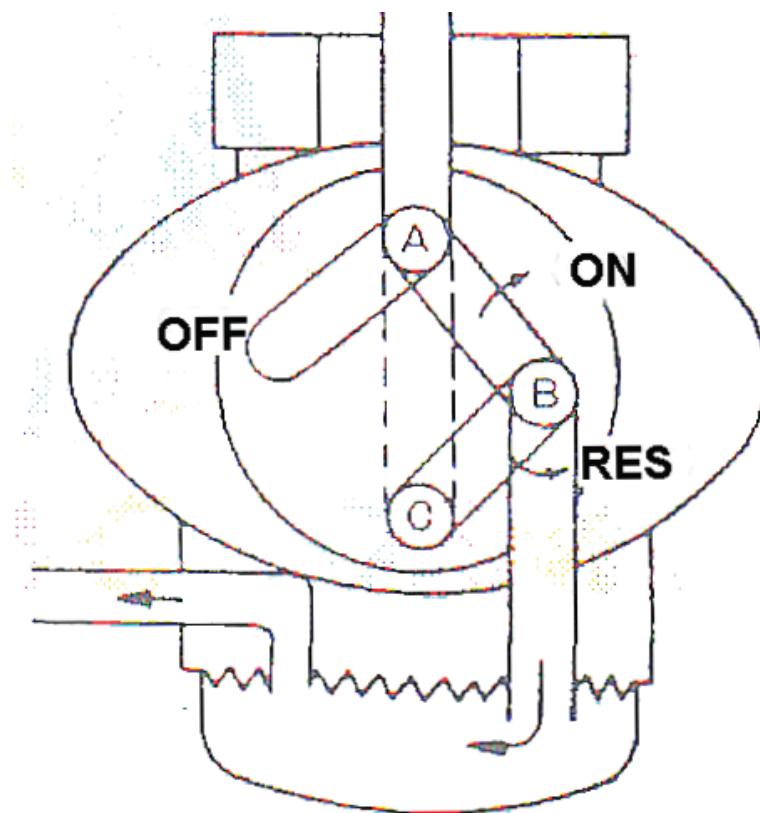
Gambar 6.1 Contoh struktur tangki sepeda motor

Struktur tangki terdiri dari;

- a. *Tank cap* (penutup tangki); berfungsi sebagai lubang masuknya bensin, pelindung debu dan air, lubang pernafasan udara, dan menjaga agar bensin tidak tumpah jika sepeda mesin terbalik.
- b. *Filler tube*; berfungsi menjaga melimpahnya bensin pada saat ada guncangan (jika kondisi panas, bensin akan memuai).
- c. *Fuel cock* (kran bensin); berfungsi untuk membuka dan menutup aliran bensin dari tangki dan sebagai penyaring kotoran/partikel debu.

Terdapat dua tipe kran bensin, yaitu *tipe standar* dan *tipe vakum*.

Tipe standar adalah kran bensin yang pengoperasiannya dialakukan secara manual.

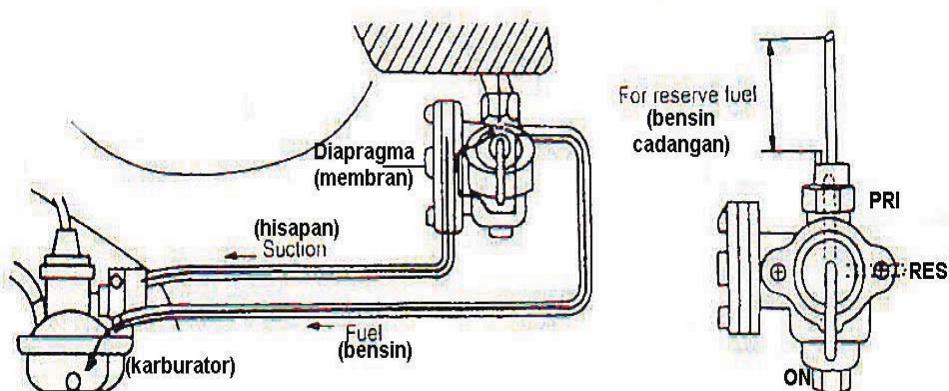


Gambar 6.2 Kran bensin tipe standar

Ada tiga posisi yaitu OFF, RES dan ON. Jika diputar ke posisi “OFF” akan menutup aliran bensin dari tangkinya dan posisi ini biasanya digunakan untuk pemberhentian yang lama. Posisi RES untuk pengendaraan pada tangki cadangan dan posisi ON untuk pengendaraan yang normal.

Tipe vakum adalah tipe otomatis yang akan terbuka jika mesin hidup dan tertutup ketika mesin mati. Kran tipe vakum mempunyai diapragma yang dapat digerakkan oleh hisapan dari mesin. Pada saat mesin hidup, diapragma menerima hisapan dan membuka jalur bensin, dan pada saat mesin mati akan menutup jalur bensin (OFF).

Terdapat 4 jalur dalam kran 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 bensin ke filter cup (wadah saringan) tanpa ke diapragma dulu. Jika telah mengisi tangki bensin yang kosong, usahakan memutar kran bensin ke posisi ON.



Gambar 6.3 Kran bensin tipe vakum

- d. *Damper locating* (peredam); berupa karet yang berfungsi untuk meredam posisi tangki saat sepeda mesin berjalan.

SLANG BAHAN BAKAR

Slang bahan bakar berfungsi sebagai saluran perpindahan bahan bakar dari tangki ke karburator. Pada sebagian sepeda mesin untuk meningkatkan kualitas dan kebersihan bahan bakar, dipasang saringan tambahan yang ditempatkan pada slang bahan bakar. Dalam pemasangan slang bahan bakar, tanda panah harus sesuai dengan arah aliran bahan bakar.

2. Karburator

Fungsi dari karburator adalah:

- a. Mengatur perbandingan campuran antara udara dan bahan bakar.
- b. Mengubah campuran tersebut menjadi kabut.
- c. Menambah atau mengurangi jumlah campuran tersebut sesuai dengan kecepatan dan beban mesin yang berubah-ubah.

Sejak sebuah mesin dihidupkan sampai mesin tersebut berjalan pada kondisi yang stabil perbandingan campuran mengalami beberapa kali perubahan. Perkiraan perbandingan campuran dengan keadaan operasional mesin telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, yaitu bagian C. Untuk melakukan perubahan perbandingan sesuai dengan kondisi mesin tersebut maka terdapat beberapa sistem dalam karburator. Cara kerja masing-masing sistem dalam karbuartor akan dibahas pada bagian selanjutnya.

a. Prinsip Kerja Karburator

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

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

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

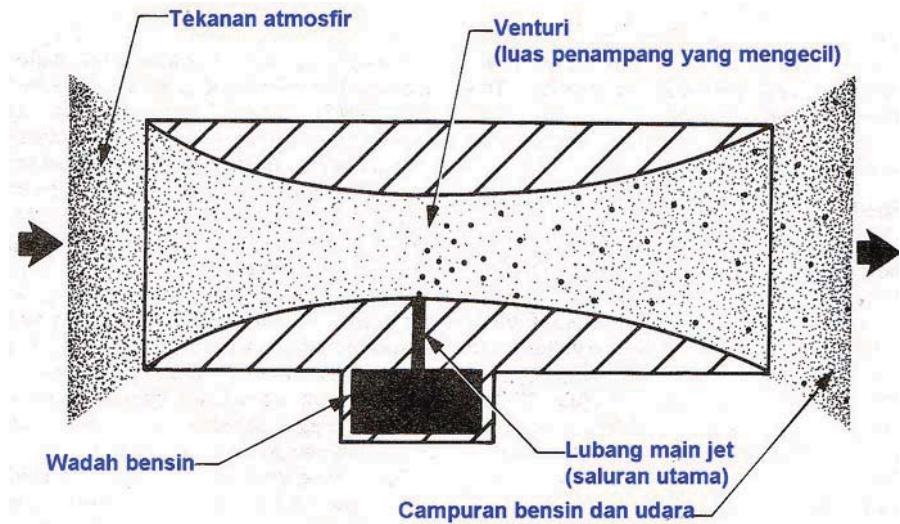
$A = \text{Luas penampang tabung (m}^2)$

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

Jumlah tekanan (P) pada sepanjang tabung alir (yang diameternya sama) juga akan selalu tetap. Jika terdapat bagian dari tabung alir/pipa yang diameternya diperkecil maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa bila campuran bensin dan udara yang mengalir melalui suatu tabung yang luas penampangnya mengecil (diameternya diperkecil) maka *kecepatannya* akan bertambah sedangkan *tekanannya* akan menurun.

Prinsip hukum di atas tersebut dipakai untuk mengalirkan bensin dari ruang pelampung karburator dengan memperkecil suatu diameter dalam karburator. Pengecilan diameter atau penyempitan saluran ini disebut dengan *venturi*.

Berdasarkan gambar 6.4 di bawah maka dapat diambil kesimpulan bahwa bensin akan terhisap dan keluar melalui venturi dalam bentuk butiran-butiran kecil karena saat itu kecepatan udara dalam venturi lebih tinggi namun tekanannya lebih rendah dibanding dalam ruang bensin yang berada di bagian bawahnya.



Gambar 6.4 Cara Kerja Venturi

Di dalam mesin, pada saat langkah hisap, piston akan bergerak menuju Titik Mati Atas (TMA) dan menimbulkan tekanan rendah atau vakum. Dengan terjadinya tekanan antara ruang silinder dan udara (tekanan udara luar lebih tinggi) maka udara mengalir masuk ke dalam silinder. 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.

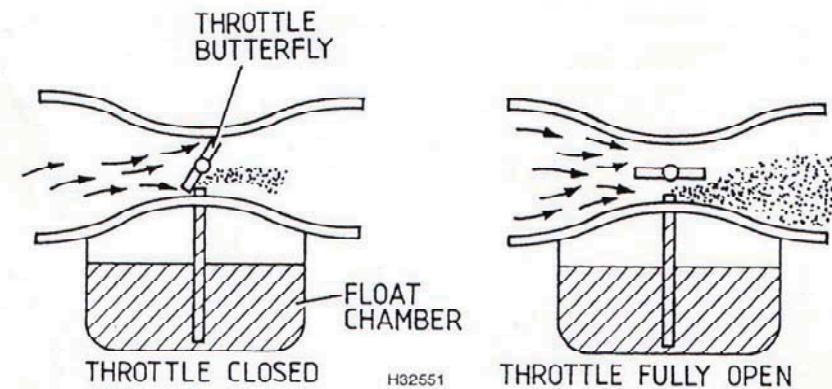
b. Tipe Karburator

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

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

Karburator tipe ini merupakan karburator yang diameter venturinya 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 idle/langsam, sistem kecepatan utama sekunder untuk memenuhi proses pencampuran udara bahan bakar yang tepat pada setiap kecepatan.

Terdapat juga sistem akselerasi atau percepatan untuk mengantisipasi saat mesin di gas dengan tiba-tiba. Semua sistem tambahan tersebut dimaksudkan untuk membantu agar mesin bisa lebih responsif karena katup throttle mempunyai keterbatasan dalam membentuk efek venturi.

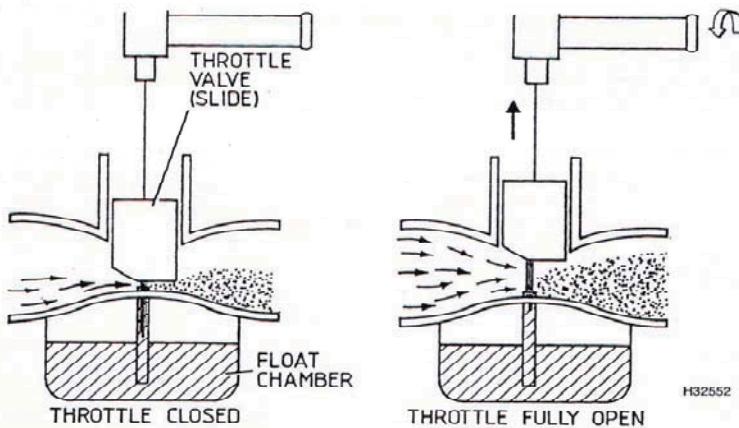


Gambar 6.5 Karburator dengan venturi tetap

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) susuai besanya aliran campuran bahan bakar udara dalam karburator.

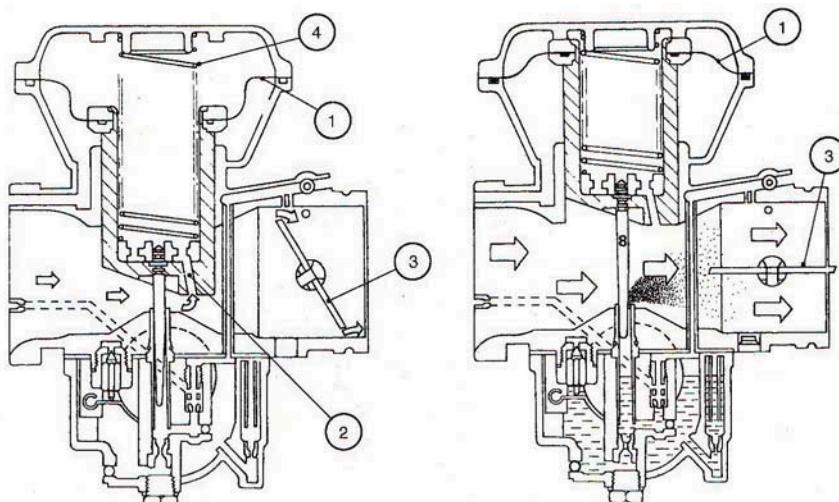
Karburator tipe ini dalam menyalurkan bahan bakar hanya melalui main jet (spuyer utama) yang dikontrol oleh needle (jarum), karena bentuk jarum dirancang tirus. Hal ini akan mengurangi jet (spuyer) dan saluran tambahan lainnya seperti yang terdapat pada karburator venturi tetap.



Gambar 6.6 Karburator dengan venturi berubah-ubah (variable venturi)

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 berada dalam venturi berfungsi agar diameter venturi berubah-ubah dengan bergeraknya piston tersebut ke atas dan ke bawah. Pergerakan piston valve ini tidak oleh kawat gas seperti pada karburator variable venturi, tetapi oleh tekanan negatif (kevakuman) dalam venturi tersebut.



Gambar 6.7 Karburator dengan kecepatan konstan; (1) diapragma, (2) lubang udara masuk ke ruang vakum, (3) Katup gas/throttle valve, dan (4) pegas pengembali.

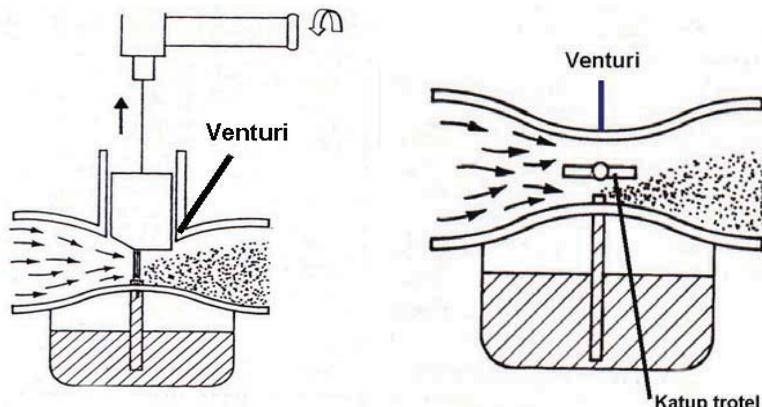
Berdasarkan gambar 6.7 diatas, udara yang mempunyai tekanan sama dengan udara luar mengisi daerah di bawah diapragma (3). Udara tersebut masuk ke ruang vakum lewat lubang (2) pada bagian bawah piston. Tekanan rendah dihasilkan dalam ruang vakum dan piston mulai terangkat karena katup gas (3) dibuka oleh kabel gas. Pegas pengembali (4) dalam piston membantu menjaga piston berada dalam posisinya sehingga tekanan pada kedua sisi diapragma 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.

c. Bagian-bagian Utama Karburator

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

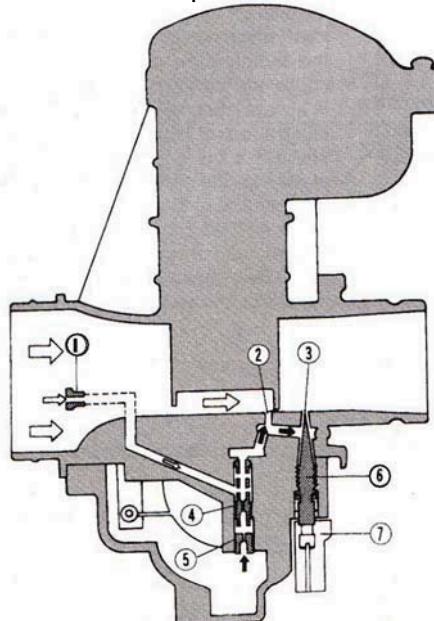
- 1) *Sebuah tabung berbentuk silinder*, tempat terjadinya campuran udara dan bahan bakar.
- 2) *Perecik utama (main nozzle)*, yaitu pemancar utama yang mengabutkan bahan bakar. Tinggi ujung perecik utama hampir sama tinggi dengan permukaan bahan bakar di dalam bak pelampung. Main nozzle biasanya terdapat pada karburator tipe venturi tetap seperti terlihat pada gambar 6.11 no.20. Sedangkan pada karburator tipe slide (variable venturi) maupun tipe kecepatan konstan (CV), peran main nozzle digantikan oleh *needle jet* seperti terlihat pada gambar 6.10 no. 9. 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 mesin, diameter venturi akan selalu tetap untuk tipe karburator venturi tetap dan diameter venturi akan berubah-ubah untuk tipe karburator variable venturi.



Gambar 6.8 Variable venturi dan venturi tetap

- 4) *Kutup trotel (throttle valve atau throttle butterfly)*, untuk mengatur besar-kecilnya pembukaan tabung karburator yang berarti mengatur banyaknya campuran udara bahan bakar. Kutup trotel terdapat pada karburator tipe venturi tetap (lihat gambar 6.8) dan karburator tipe kecepatan konstan (CV) seperti terlihat pada gambar 6.7 no.3.

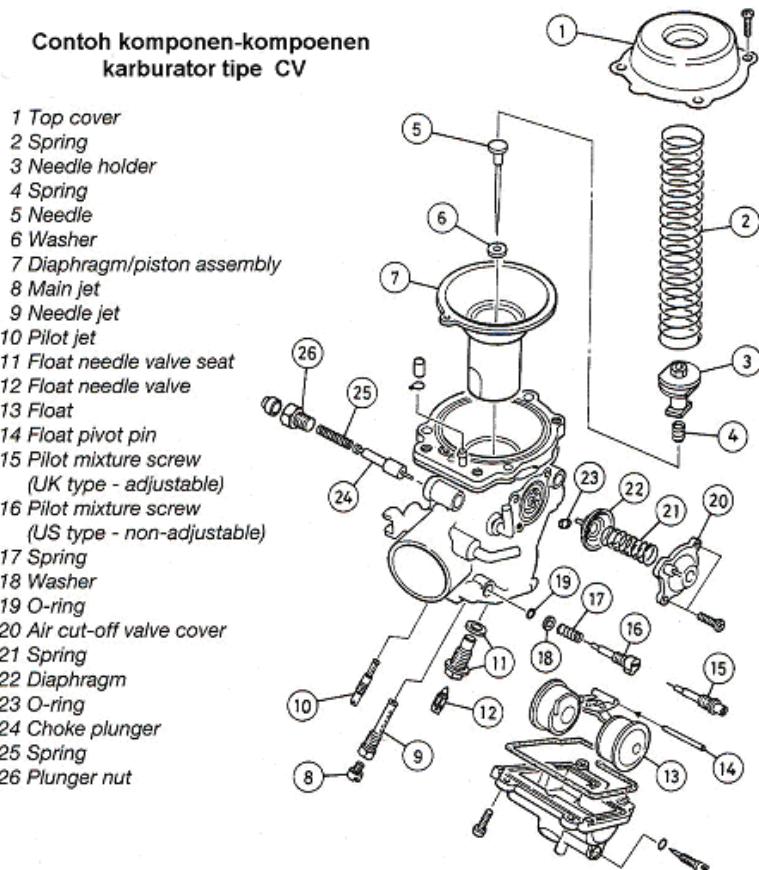
- 5) Wadah (ruang) bahan bakar dilengkapi dengan pelampung (*float chamber*) untuk mengatur agar tinggi permukaan bahan bakar selalu tetap (lihat gambar 6.11 no. 26). Bahan bakar masuk ke dalam ruang pelampung melalui sebuah katup jarum (*needle valve*). Katup jarum tersebut akan membuka dan menutup aliran bahan bakar yang masuk ke ruang pelampung melalui pergerakan turun-naik pelampung (*float*). Ilustrasi dari katup jarum dan pelampung seperti terlihat pada gambar 6.11 no. 25 dan no. 18.
- 6) Spuyer utama (*main jet*), yaitu berfungsi mengontrol aliran bahan bakar pada main system (sistem utama) pada putaran menengah dan tinggi (lihat gambar 6.10 no. 8 dan gambar 6.11 no. 21).
- 7) *Pilot jet*, yaitu berfungsi sebagai pengontrol aliran bahan bakar pada bagian pilot system pada putaran rendah dan menengah (lihat gambar 6.11 no. 19 dan gambar 6.10 no. 10).
- 8) *Jet needle (jarum pengabut)*, yaitu berfungsi mengontrol jumlah aliran bahan bakar dan udara melalui bentuk ketirusan jet needle/jarum pengabut tersebut. Jet needle umumnya terdapat pada karburator tipe variable venturi dan kecepatan konstan atau tipe CV (lihat gambar 6.10 no. 5).
- 9) *Pilot air jet*, yaitu berfungsi mengontrol jumlah aliran udara pada pilot system pada putaran langsam/idle/stasioner ke putaran rendah. Ilustrasi penempatan pilot air jet seperti terlihat pada karburator tipe variable venturi berikut ini:



Gambar 6.9 Pilot air jet (1) pada karburator tipe variable venturi

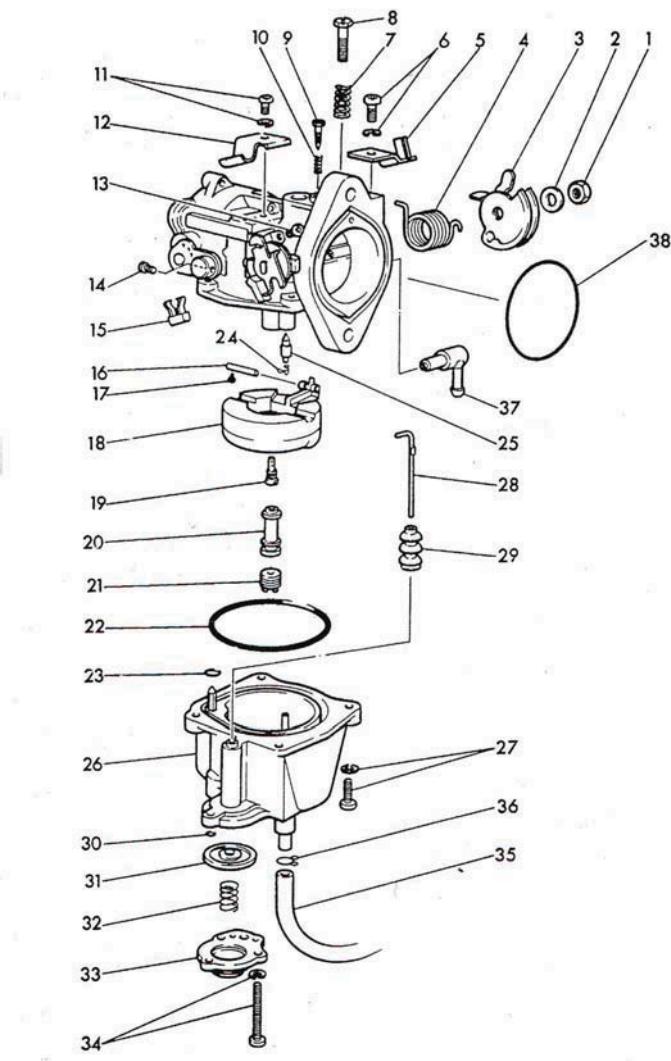
- 10) *Diapragma dan pegas*, yaitu berfungsi bekerja berdasarkan perbedaan tekanan diantara tekanan udara luar dan tekanan negatif lubang untuk mengontrol jumlah pemasukan udara. Diapragma dan pegas (spring) biasanya terdapat pada karbuartor tipe CV (lihat gambar 6.10 no.7 dan 2).
- 11) *Main air jet*, yaitu 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 bensin yang berasal dari main jet.
- 12) *Pilot screw*, yaitu berfungsi mengontrol sejumlah campuran udara dan bahan bakar yang keluar pada pilot outlet (lihat gambar 6.9 no. 6).

Untuk selanjutnya, bagian-bagian utama ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 6.10 Komponen-komponen karburator tipe venturi tetap

d. Cara Kerja Karburator



Contoh komponen-komponen karburator tipe venturi tetap

1 Nut	14 Screw	27 Screw/washer
2 Washer	15 Spacer clip	28 Accelerator pump rod
3 Throttle pulley	16 Float pivot pin	29 Rubber boot
4 Return spring	17 Grub screw	30 O-ring
5 Throttle cable bracket	18 Float	31 Accelerator pump diaphragm
6 Screw/washer	19 Pilot jet	32 Spring
7 Spring	20 Main nozzle	33 Accelerator pump cover
8 Throttle stop screw	21 Main jet	34 Screw/washer
9 Idle mixture screw	22 O-ring	35 Overflow hose
10 Spring	23 O-ring	36 Clip
11 Screw/washer	24 Float needle valve clip	37 Hose union
12 Choke cable bracket	25 Float needle valve	38 O-ring
13 Accelerator pump adjustment screw	26 Float chamber	

Gambar 6.11 Contoh komponen-komponen kaburator tipe venturi tetap

Sebuah karburator terdiri dari banyak sekali komponen yang fungsinya satu sama lain berbeda. Untuk mesin yang sederhana dipakai karburator yang sederhana, sedangkan umumnya mesin yang tergolong moderen mempunyai karburator yang lebih rumit. Yang dimaksud dengan mesin yang sederhana di sini ialah mesin 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/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 yang paling mudah ialah dengan mempelajari masing-masing sistem. Dengan demikian sekaligus mulai dari karburator yang sederhana sampai bermacam-macam 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.

e. Beberapa Sistem Pada Karburator

Yang dimaksud dengan sistem di sini ialah semacam rangkaian aliran bahan bakar yang adakalanya disebut juga sebagai sistem. Berikut ini diuraikan beberapa sistem yang perlu untuk diketahui, yang sekaligus memberikan pengertian bagaimana cara bekerja sebuah karburator.

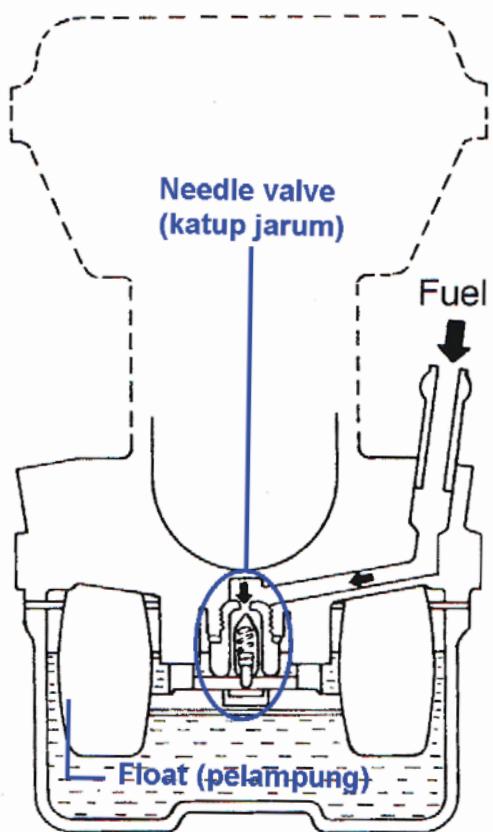
1) Sistem Pelampung (Float System)

Sistem ini cukup penting karena ia mengontrol tinggi permukaan bahan bakar di dalam bak pelampung. Jika tinggi bahan bakar terlalu rendah atau terlalu tinggi, maka sistem yang lain tidak akan bekerja dengan baik.

Pelampung (*float*) pada karburator sepeda mesin terdiri dari dua tipe yaitu tipe single (satu buah pelampung) dan tipe double (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.

Pada gambar 6.12 dapat dilihat bahwa bahan bakar masuk melalui katup masuk dan pembukaan serta penutupan katup 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 ke atas dan menekan needle valve pada rumahnya sehingga aliran bahan bakar tertutup (terhenti).



Gambar 6.12 Sistem pelampung menjaga level/ketinggian bensin selalu tetap dalam ruang bensin dalam sistem pelampung

Needle valve dilengkapi dengan *damper spring* (pegas). Tujuan adanya pegas tersebut adalah untuk mencegah needle valve terbuka dan tertutup oleh gerakan naik turun pelampung yang disebabkan oleh gerakan dari sepeda mesin, sekaligus menjaga permukaan bahan bakar tetap.

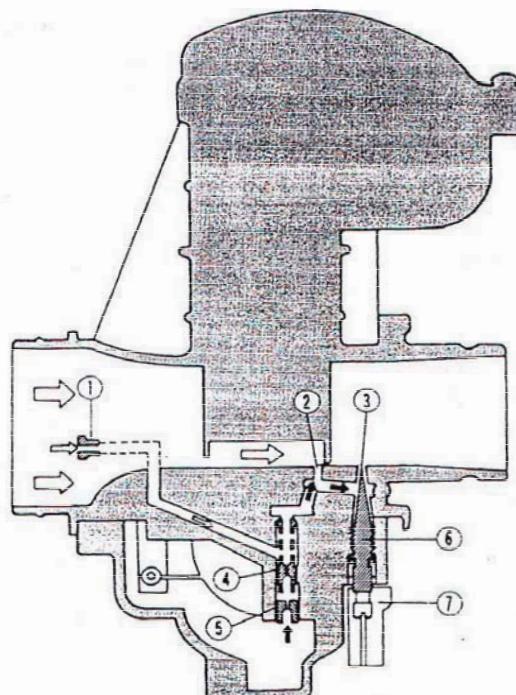
2) Sistem Kecepatan Rendah (Pilot System)

Pada sistem kecepatan rendah sekaligus dapat mencakup keadaan aliran bahan bakar pada waktu mesin dihidupkan yaitu kecepatan idle/langsam/stasioner. Pada waktu mesin

dihidupkan, dibutuhkan campuran bahan bakar dan udara yang gemuk.

Untuk ini trotel diatur dalam keadaan tertutup sehingga jumlah udara yang masuk sedikit sekali yaitu melalui celah pada ujung choke atau lebih tepatnya melalui pengontrolan dari pilot air jet. Dapat dilihat dengan jelas bahwa bahan bakar hanya masuk melalui ujung sekrup penyetel stasioner (pilot screw). Prinsip kerja sistem kecepatan rendah setiap tipe karburator pada dasarnya sama, yaitu dengan memanfaatkan kevakuman di bawah katup trotel.

Cara Kerja Sistem Kecepatan Rendah Karburator Tipe Variable Venturi



2.2j Cross-section of a slide carburettor showing the pilot circuit

- | | |
|-----------------------|---|
| 1 Pilot air jet | 5 Primary pilot jet |
| 2 Air bypass outlet | 6 Pilot screw |
| 3 Pilot outlet | 7 Limiter cap (fitted to prevent tampering) |
| 4 Secondary pilot jet | |

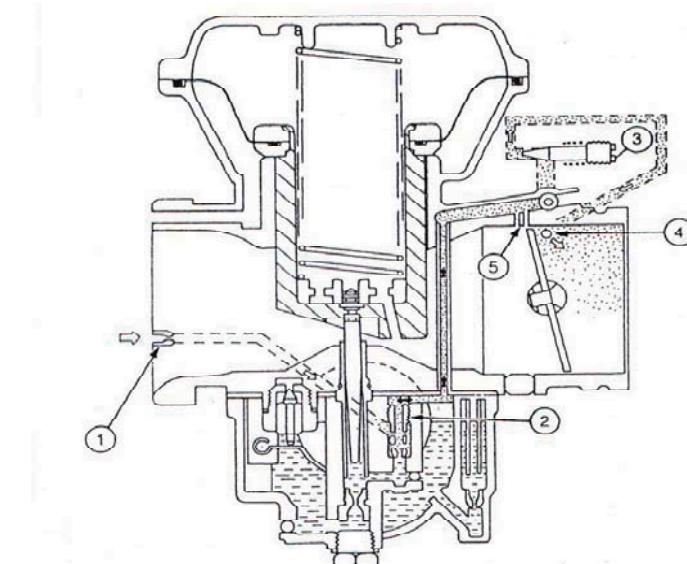
Gambar 6.13 Sistem kecepatan rendah pada karburator tipe variable venturi (slide carburettor)

Berdasarkan gambar 6.13 di atas dapat dilihat bahwa bila katup trotel (slide) masih menutup pada kecepatan stasioner, 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 manifold masuk (*intake manifold*). Pilot screw (6) berfungsi untuk mengatur jumlah campuran yang diinginkan.

Jika katup trotel dibuka sedikit (masih kecepatan rendah tapi sudah di atas putaran/kecepatan stasioner), maka jumlah pasokan 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 yang dialirkan ke ruang bakar semakin banyak. Dengan demikian putaran mesin akan naik seiring dengan bertambahnya jumlah campuran yang masuk ke ruang bakar

Cara Kerja Sistem Kecepatan Rendah Karburator Tipe Kecepatan Konstan (Tipe CV)



2.2k The pilot by-pass circuit on a CV carburettor

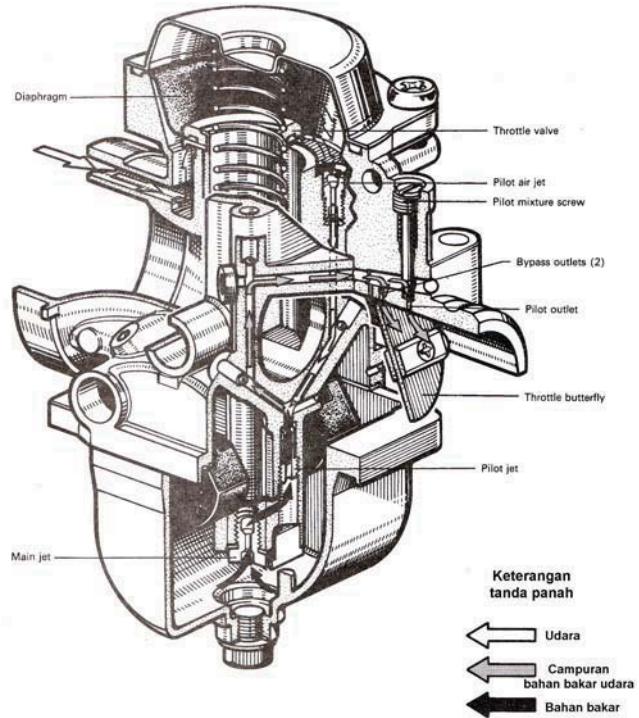
- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1 Pilot air jet | 4 Pilot outlet port |
| 2 Pilot jet | 5 Pilot bypass ports |
| 3 Pilot screw | |

Gambar 6.14 Sistem kecepatan rendah pada karburator tipe kecepatan konstan

Berdasarkan gambar di atas, bila katup trotel/katup gas masih menutup pada kecepatan stasioner, maka kevakuman dalam saluran masuk (setelah katup gas) tinggi sehingga aliran udara hanya dapat mengalir melalui pilot air jet (1) 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 (no. 5 gambar 6.14).

Bila mesin sudah hidup dan throttle sudah dibuka sedikit (masih kecepatan rendah tapi sudah di atas putaran/kecepatan stasioner), maka campuran bahan bakar dan udara akan mengalir melalui lubang no. 4 dan no. 5 pada gambar 6.14 tersebut. Dengan demikian putaran mesin akan naik seiring dengan bertambahnya jumlah campuran yang masuk ke ruang bakar. Perlengkapan yang dapat menambah banyaknya bahan bakar adalah saluran kecepatan yang jumlahnya dua, tiga dan kadang-kadang empat.

Potongan gambar karburator tipe CV yang memperlihatkan aliran bahan bakar dan udara pada kecepatan rendah (lihat tanda panah) dapat dilihat pada gambar 6.15 di bawah ini:



Gambar 6.15 Aliran bahan bakar dan udara kecepatan rendah pada karburator tipe kecepatan konstan

Cara Kerja Sistem Kecepatan Rendah Karburator Tipe Venturi Tetap

Cara kerja sistem kecepatan rendah (pilot system) pada karburator tipe venturi tetap hampir sama dengan karburator tipe CV. Oleh karena itu, tidak diperlukan lagi penjelasan yang lebih rinci.

3) Sistem Kecepatan Utama/Tinggi

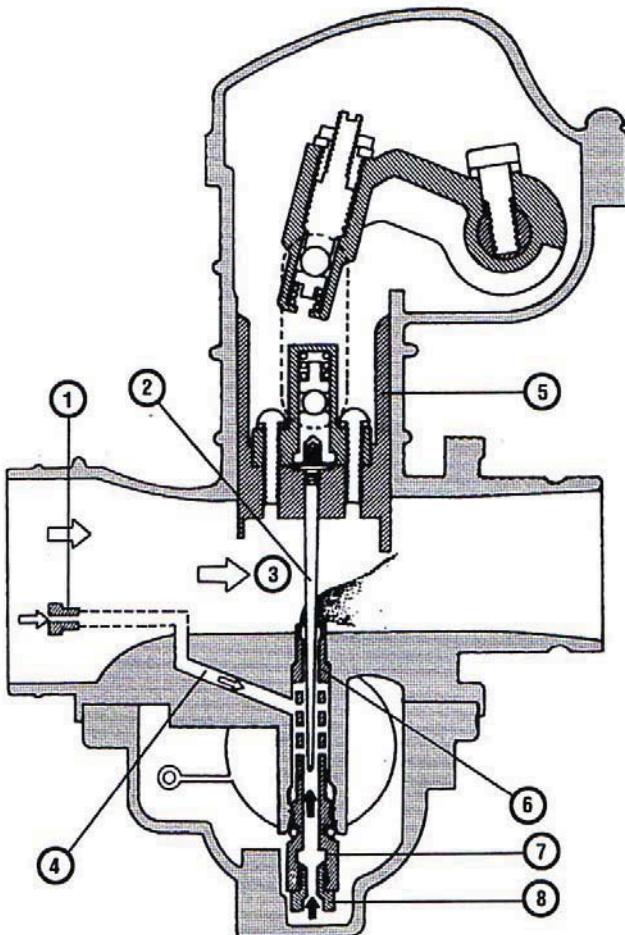
Bila katup gas/katup trotel dibuka $\frac{3}{4}$ sampai dibuka sepenuhnya maka aliran udara sekarang sudah cukup kuat untuk menarik udara dari pengabut utama (main jet). Sekarang bahan bakar seluruhnya hanya melalui pengabut utama.

Pada karburator tipe variable venturi dan tipe kecepatan konstan (CV karburator), ujung tirus needle (jarum) seperti terlihat pada gambar 6.16 no. 2 akan membuka saluran utama sehingga pengontrolan aliran campuran bahan bakar dan udara saat itu melewati spuyer utama (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 mesin berjalan pada kecepatan sedang (menengah) dan tinggi. Sistem ini umumnya bekerja ketika mesin 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 (misalnya pada saat mesin bekerja pada beban berat dan kecepatan tinggi) maka sistem kecepatan utama sekunder pada saat ini mulai bekerja membantu sistem kecepatan utama primer.

Cara Kerja Sistem Kecepatan Utama Karburator Tipe Variable Venturi



Gambar 6.16 Sistem kecepatan utama pada karburator

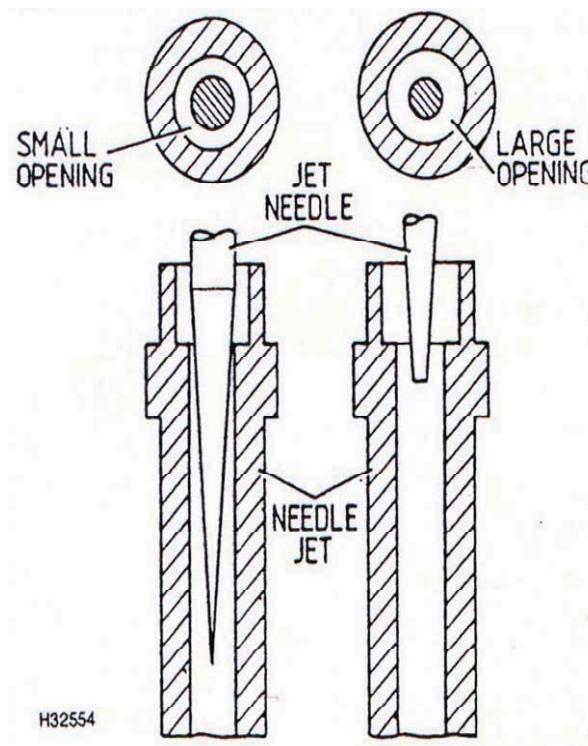
Keterangan:

- (1) main air jet (saluran udara utama), (2) Jet needle (jarum pengabut), (3) venturi, (4) saluaran udara, (5) Throttle slide, (6) needle jet, (7) air bleed pipe (pipa saluran udara), dan (8) main jet (pengabut/spayer utama)

Berdasarkan gambar 6.16 di atas terlihat 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. Disamping udara langsung mengalir melalui venturi (3), 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 (bercampurnya bahan bakar dan udara dalam bentuk kabut) pada ujung needle jet akan menjadi lebih baik saat udara tambahan dari venturi bertemu. Atomisasi yang sempurna akan membuat proses pembakaran menjadi lebih baik.

Ujung jet needle (jarum) yang meruncing membuat saluran yang keluar dari needle jet (6) lebih terbuka lebar jika jet needle (2) tersebut semakin ditarik ke atas oleh piston (5).

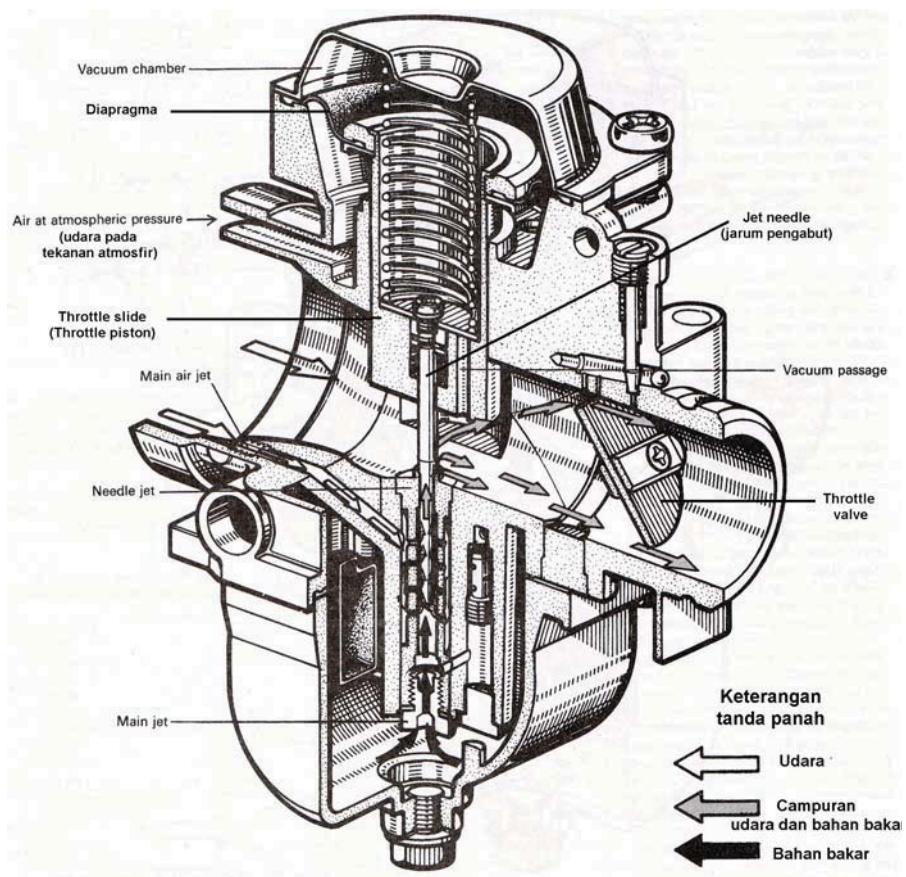


Gambar 6.17 Posisi Jet needle (jarum) pada needle jet

Pada gambar 6.17 di samping diperlihatkan bahwa jika jet needle lebih tinggi diangkat maka lubang needle jet akan semakin terbuka, sehingga memungkinkan butiran bensin lebih banyak keluar.

Cara Kerja Sistem Kecepatan Utama Karburator Tipe Kecepatan Konstan (Tipe CV)

Bahan bakar pada sistem kecepatan utama diukur pada main jet dan dikontrol dengan perbedaan diameter yang ada pada jet needle (lihat gambar 6.17) yang digerakkan oleh throttle slide (throttle piston). Naik turunnya throttle piston ini dikarenakan tekanan negatif (vakum) pada diapragma. 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 6.18 Aliran bahan bakar dan udara utama pada karburator tipe kecepatan konstan

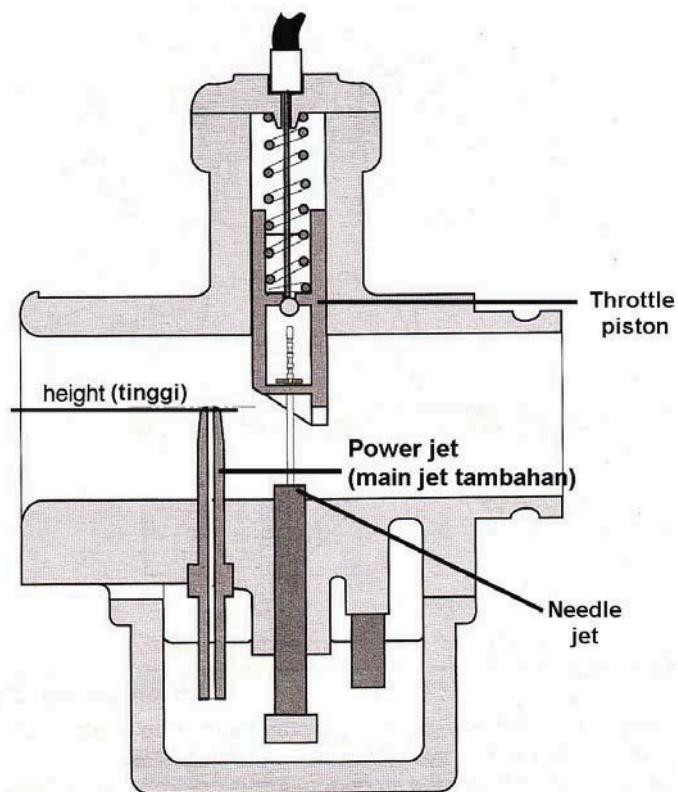
Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa jika katup gas (throttle valve) terbuka lebih jauh atau terbuka penuh, maka kecepatan aliran udara pada lubang masuk akan bertambah besar (maksimum). Throttle piston akan terangkat sehingga akan menambah luas area pada bagian venturi sehingga menambah udara 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 saat ini masuk melalui main jet dan bercampur dengan udara yang berasal dari maian 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 (bercampurnya bahan bakar dan udara dalam bentuk kabut) pada ujung needle jet akan menjadi lebih baik saat udara tambahan dari venturi bertemu. Atomisasi yang sempurna akan membuat proses pembakaran menjadi lebih baik. Pada sistem kecepatan utama ini, pengontrolan bahan bakar dilakukan oleh main jet.

4) Sistem Beban Penuh (sistem tenaga)

Pada waktu mesin jalan dengan kecepatan tinggi, campuran bahan bakar dan udara diatur sedikit agak kurus, karena mesin berputar dengan beban ringan. Dikatakan juga dengan istilah kecepatan ekonomis. Akan tetapi bila mesin berputar dengan beban penuh, maka 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. Hal ini akan membuat "pengaruh venturi" hanya dapat dicapai untuk sistem tenaga (power) jika throttle slide/piston diangkat cukup tinggi.

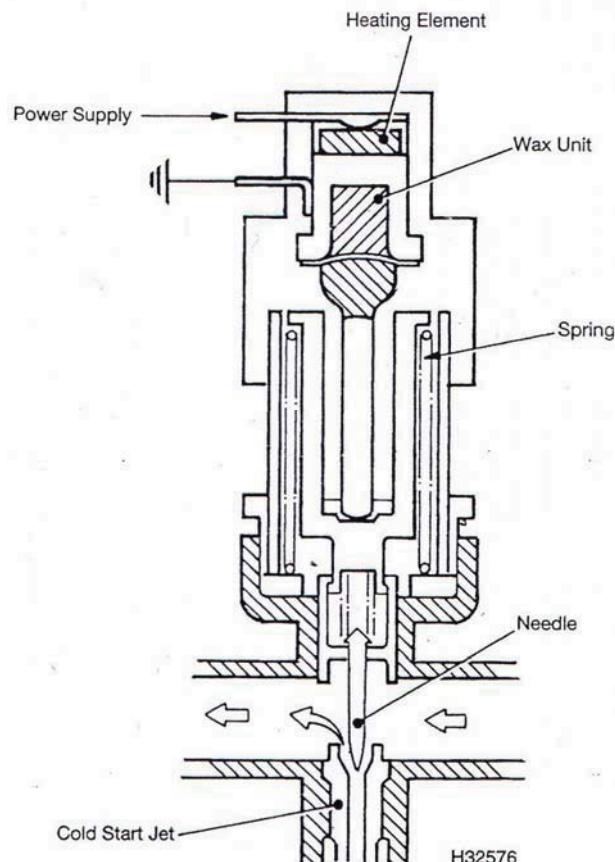


Gambar 6.19 Posisi power jet untuk sistem tenaga pada karburator tipe variable venturi

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa bila pembukaan throttle piston masih sekitar setengah karena putaran mesin belum terlalu tinggi dan mesin beroparesi/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 mesin bekerja pada putaran yang lebih tinggi lagi atau jalan menanjak sehingga diperlukan tambahan pasokan bahan bakar untuk menambah tenaga mesin tersebut.

5) 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 6.20 Konstruksi sistem cuk otomatis

Salah satu cara kerja sistem cuk otomatis adalah seperti terlihat pada gambar 6.20 di atas. Wax unit (bimetal) akan mengkerut penuh jika kondisi mesin 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 mesin 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 mesin sudah berada pada suhu kerja normalnya, maka needle akan menutup cold start jet sehingga sistem cuk tidak bekerja lagi.

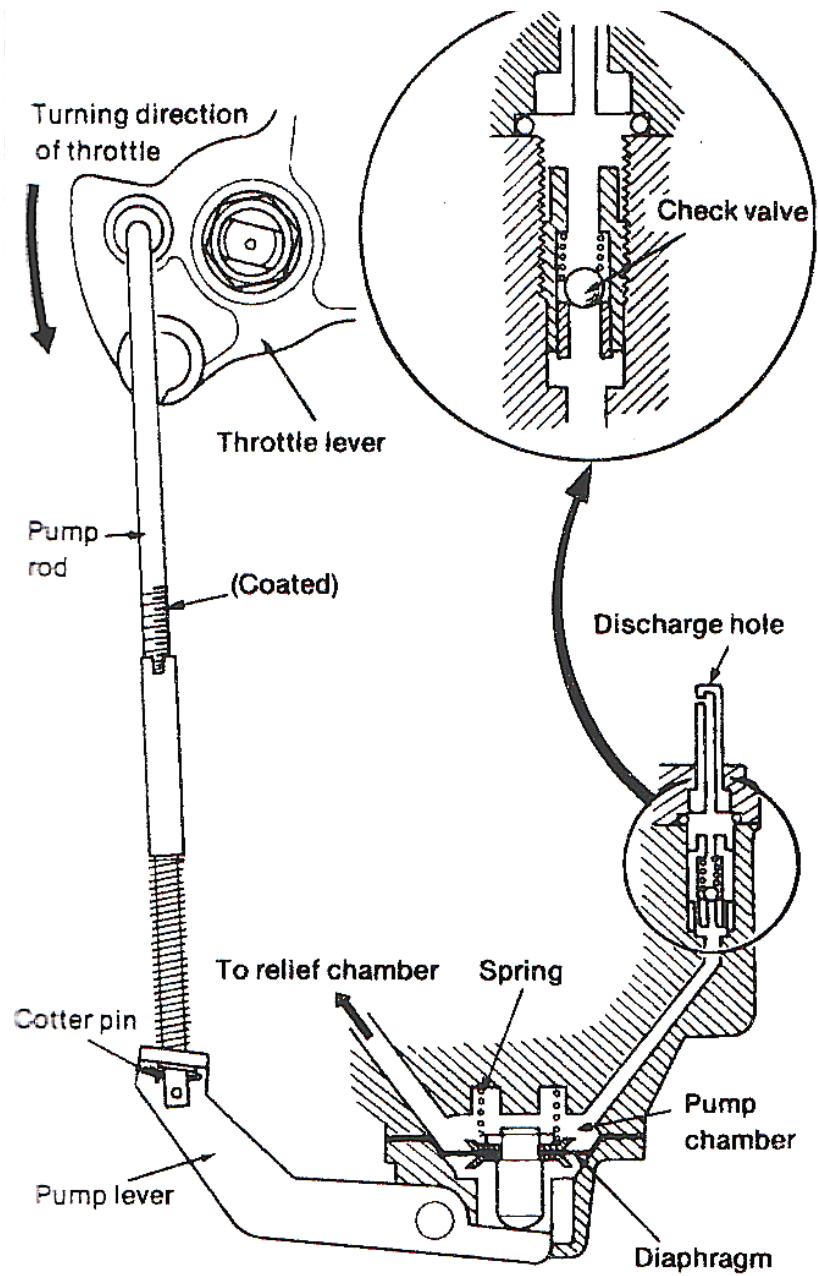
6) Sistem Percepatan

Pada waktu mesin mengalami percepatan (mesin 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 udar, maka bahan bakar akan datang terlambat masuk ke intake manifold. Akibatnya campuran tiba-tiba menjadi kurus sedangkan mesin berputar dengan tambahan beban untuk keperluan percepatan tersebut. Untuk mendapatkan campuran yang gemuk, maka pada waktu percepatan, karburator dilengkapi dengan "pompa percepatan".

Salah satu bentuk mekanisme sistem percepatan pada karburator sepeda motor adalah seperti terlihat pada gambar 6.21 di bawah. Mekanisme pompa ini dihubungkan dengan pedal gas (throttle) sehingga jika trotoel dibuka dengan tiba-tiba maka plunger pompa menekan minyak yang dibawanya. Dengan demikian jumlah minyak yang keluar melalui pengabut utama (main jet) akan lebih banyak.

Untuk lebih jelasnya cara kerjanya adalah sebagai berikut:

Pada saat handle gas di putar dengan tiba-tiba, throttle lever (tuas gas) akan berputar ke arah kiri (lihat tanda panah). Pergerakan throttle lever tadi akan mendorong pump rod (batang pendorong) ke arah bawah. Karena ujung pump rod dihubungkan ke pump lever (tuas pompa), maka pump lever akan mengungkit diaphragma ke atas melawan tekanan pegas (spring). Akibatnya ruang pompa (pump chamber) di atas diaphragma menyempit dan medorong atau menekan sejumlah bahan bakar mengalir melalui check valve ke lubang pengeluaran bahan bakar (discharge hole). Selanjutnya bahan bakar tersebut akan bercampur dengan udara pada venturi.



Gambar 6.21 Konstruksi sistem percepatan

Setelah melakukan penekanan tersebut, pump lever akan kembali ke posisi semula dengan adanya dorongan pegas di atas diapragma. Pergerakan diapragma ke bawah membuat pump chamber membesar lagi. Karena desain/rancangan valve (katup) yang ada di pump chamber dibuat berlawanan arah antara katup masuk dan katup keluar, maka pada saat diapragma ke bawah katup masuk terbuka sedangkan katup keluar menutup. Dengan membukanya katup masuk tersebut, membuat bahan bakar kembali masuk ke pump chamber dan sistem percepatan siap untuk dipakai kembali.

Demikian beberapa sistem dengan car kerja yang umumnya dipakai pada karburator. Jika semua sistem tersebut digabungkan pada sebuah karburator maka jadilah ia sebuah karburator yang kelihatannya sangat kompleks.

N. SISTEM BAHAN BAKAR INJEKSI (EFI)

Sistem bahan bakar tipe injeksi merupakan langkah inovasi yang sedang dikembangkan untuk diterapkan pada sepeda mesin. Tipe injeksi sebenarnya sudah mulai diterapkan pada sepeda mesin 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 Injencion) dan Engine Management.

Penggunaan sistem bahan bakar injeksi pada sepeda mesin komersil di Indonesia sudah mulai dikembangkan. Salah satu contohnya adalah pada salah satu tipe yang di produksi Astra Honda Mesin, yaitu pada 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 unruk kerja dan tenaga mesin (power) yang lebih baik, akselarasi yang lebih stabil pada setiap putaran mesin, pemakaian bahan bakar yang ekonomis (iriit), dan menghasilkan kandungan racun (emisi) gas buang yang lebih sedikit sehingga bisa lebih ramah terhadap lingkungan. Selain itu, kelebihan dari mesin dengan bahan bakar tipe injeksi ini adalah lebih

mudah dihidupkan pada saat lama tidak digunakan, serta tidak terpengaruh pada temperatur di lingkungannya.

1. Prinsip Kerja Sistem EFI

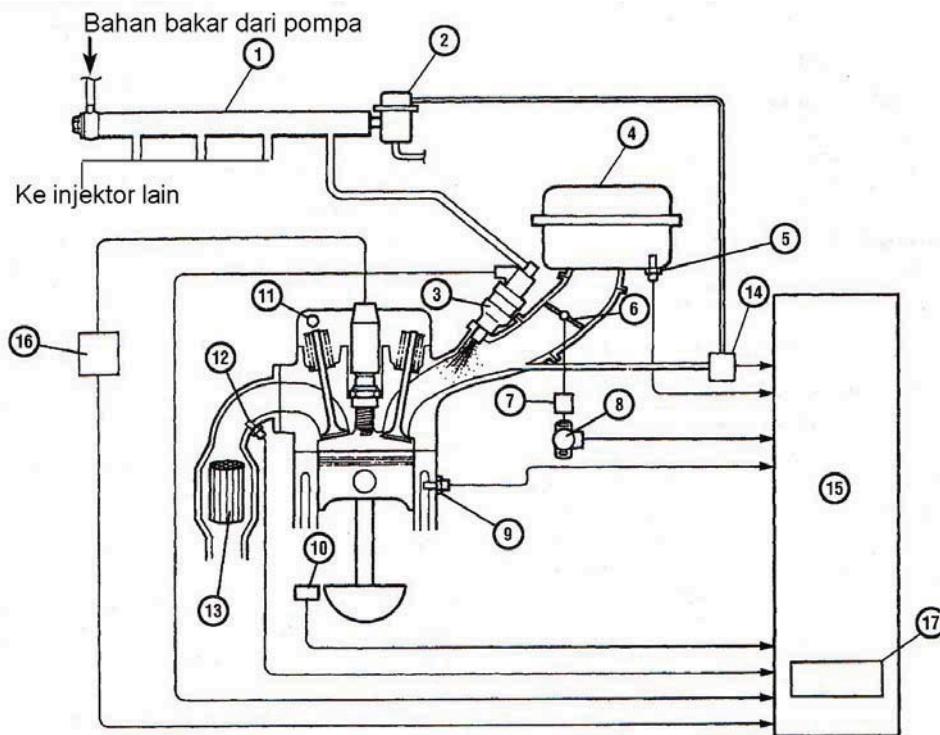
Istilah sistem injeksi bahan bakar (EFI) dapat digambarkan sebagai suatu sistem yang menyalurkan bahan bakarnya dengan menggunakan pompa pada tekanan tertentu untuk mencampurnya dengan udara yang masuk ke ruang bakar. Pada sistem EFI dengan mesin berbahan bakar bensin, pada umumnya proses penginjeksian bahan bakar terjadi di bagian ujung intake manifold/manifold masuk sebelum *inlet valve* (katup/klep masuk). Pada saat inlet 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 mesin, kondisi suhu kerja mesin dan suhu atmosfir saat itu. Sistem harus dapat mensuplai jumlah bahan bakar yang bervariasi, agar perubahan kondisi operasi kerja mesin tersebut dapat dicapai dengan unjuk kerja mesin yang tetap optimal.

2. Konstruksi Dasar Sistem EFI

Secara umum, konstruksi sistem EFI dapat dibagi menjadi tiga bagian/sistem utama, yaitu; a) sistem bahan bakar (*fuel system*), b) sistem kontrol elektronik (*electronic control system*), dan c) sistem induksi/pemasukan udara (*air induction system*). Ketiga sistem utama ini akan dibahas satu persatu di bawah ini.

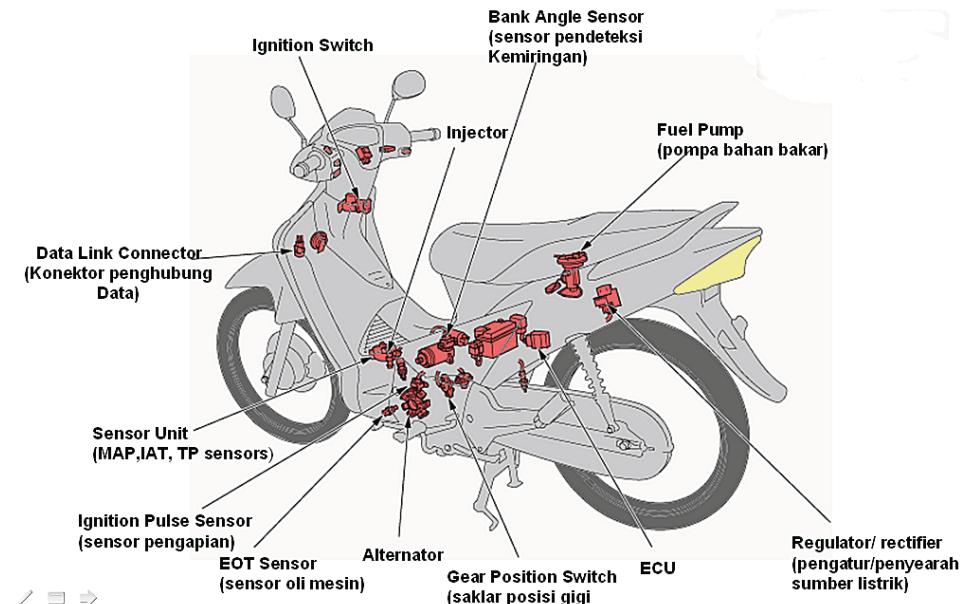
Jumlah komponen-komponen yang terdapat pada sistem EFI bisa berbeda pada setiap jenis sepeda mesin. Semakin lengkap komponen sistem EFI yang digunakan, tentu kerja sistem EFI akan lebih baik sehingga bisa menghasilkan unjuk kerja mesin yang lebih optimal pula. Dengan semakin lengkapnya komponen-komponen sistem EFI (misalnya sensor-sensor), maka pengaturan koreksi yang diperlukan untuk mengatur perbandingan bahan bakar dan udara yang sesuai dengan kondisi kerja mesin 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 6.22 Skema rangkaian sistem EFI Yamaha GTS1000

Keterangan nomor pada gambar 5.22 :

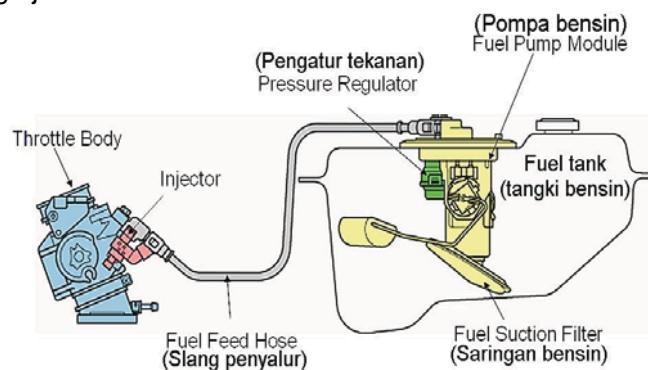
1. Fuel rail/delivery pipe (pipa pembagi)
2. Pressure regulator (pengatur tekanan)
3. Injector (nozel penyemprot bahan bakar)
4. Air box (saringan udara)
5. Air temperature sensor (sensor suhu udara)
6. Throttle body butterfly (katup throttle)
7. Fast idle system
8. Throttle position sensor (sensor posisi 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 atmosfir)



Gambar 6.23 Komponen sistem EFI pada sepeda mesin Honda Supra X 125

a. Sistem Bahan Bakar

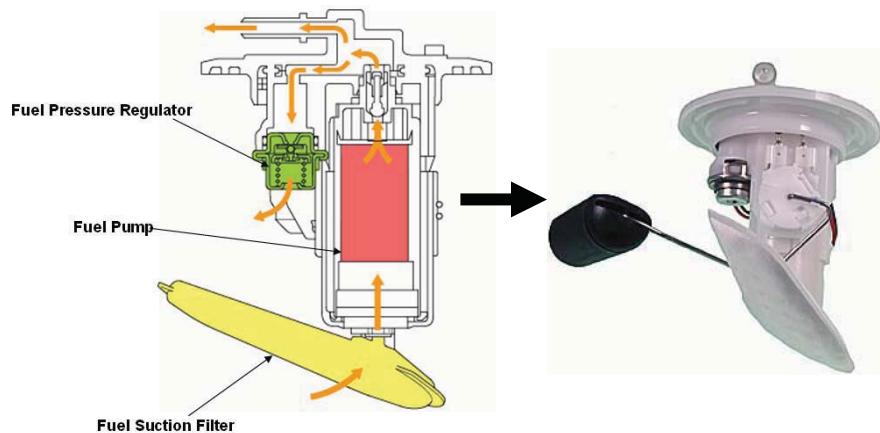
Komponen-komponen yang digunakan untuk menyalurkan bahan bakar ke mesin terdiri dari tangki bahan bakar (fuel tank), pompa bahan bakar (fuel pump), saringan bahan bakar (fuel filter), pipa/slang penyalur (pembagi), pengatur tekanan bahan bakar (fuel pressure regulator), dan injektor/penyemprot bahan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



Gambar 6.24 Contoh komponen sistem bahan bakar pada sistem EFI Honda Supra X 125

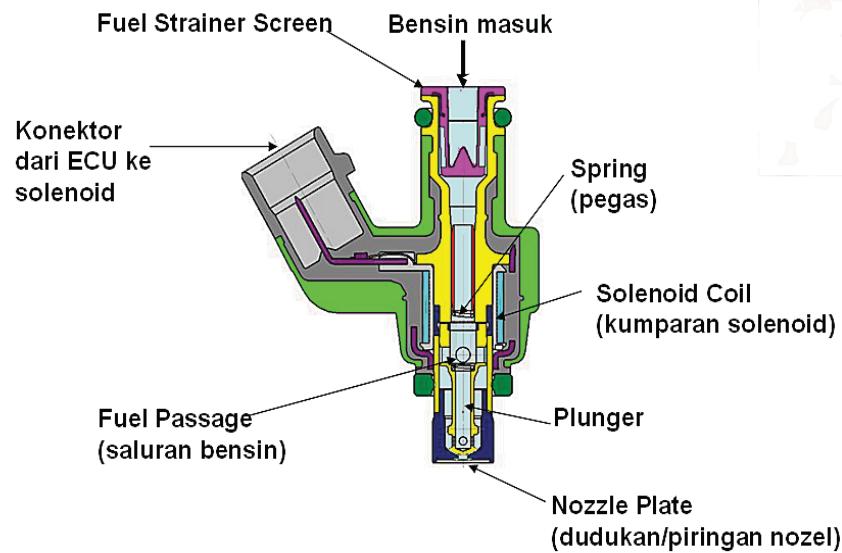
Adapun fungsi masing-masing komponen pada sistem bahan bakar tersebut adalah sebagai berikut:

- 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 mesin supaya tekanan dalam sistem bahan bakar bisa dipertahankan setiap waktu walaupun kondisi mesin berubah-ubah.



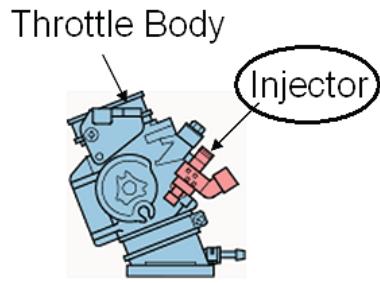
Gambar 6.25 Konstruksi fuel pump module

- 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/cm², 43 psi). Bila bahan bakar yang dipompa menuju injektor terlalu besar (tekanan bahan bakar melebihi 294 kPa (3,0 kgf/cm², 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*; menyemprotkan 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*).



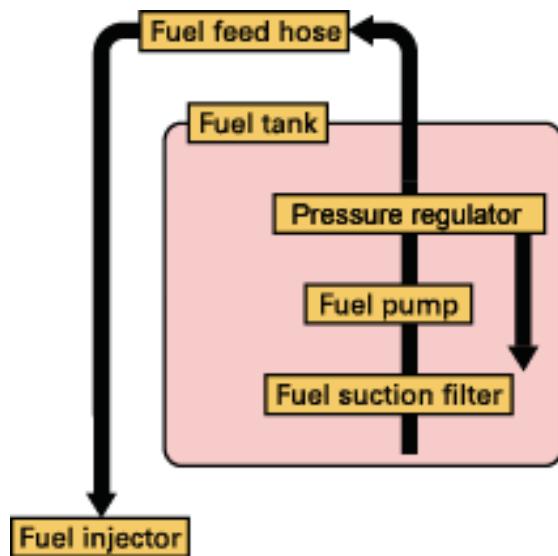
Gambar 6.26 Konstruksi injektor

Terjadinya penyemprotan pada injektor adalah pada saat ECU memberikan tegangan listrik ke solenoid coil injektor. 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 6.27 Contoh penempatan injector pada throttle body

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

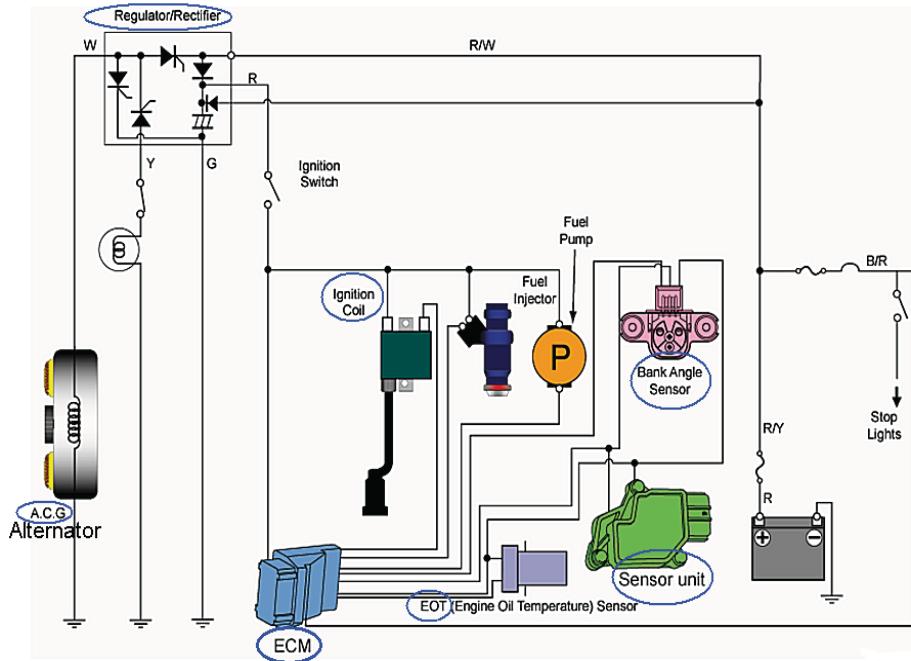


Gambar 6.28 Skema aliran sistem bahan bakar EFI

b. 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

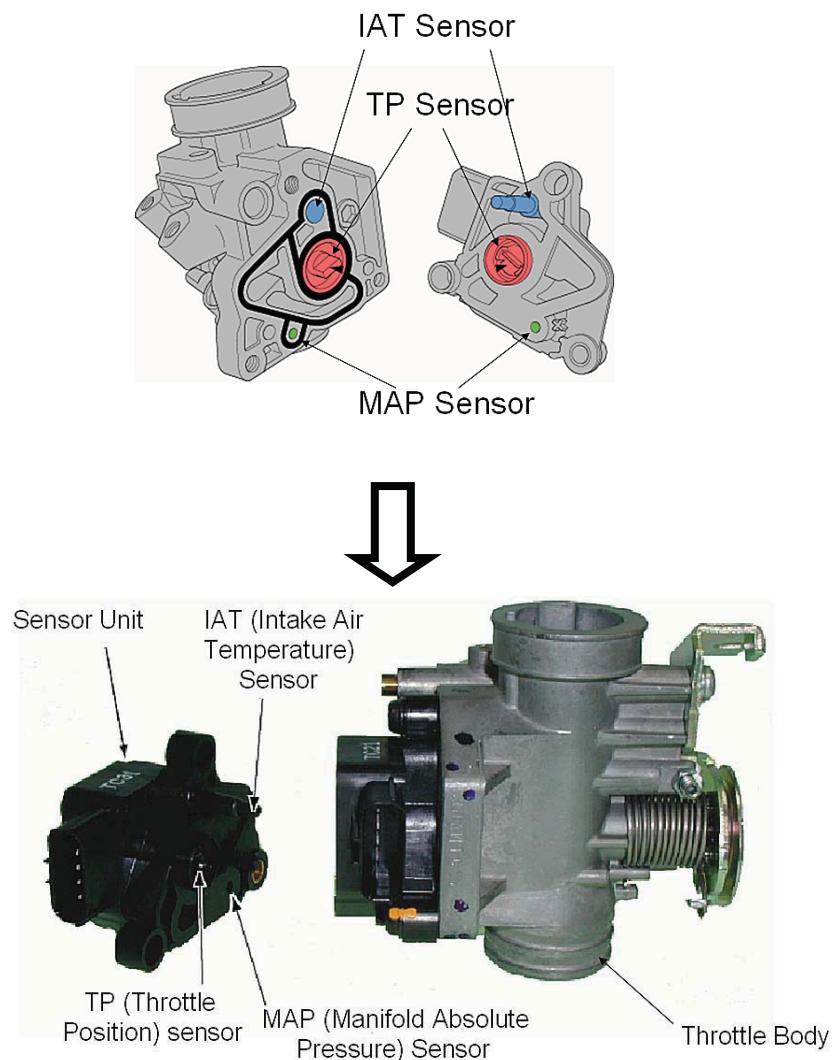


Gambar 6.29 Rangkaian sistem kontrol elektronik pada Honda Supra X 125

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

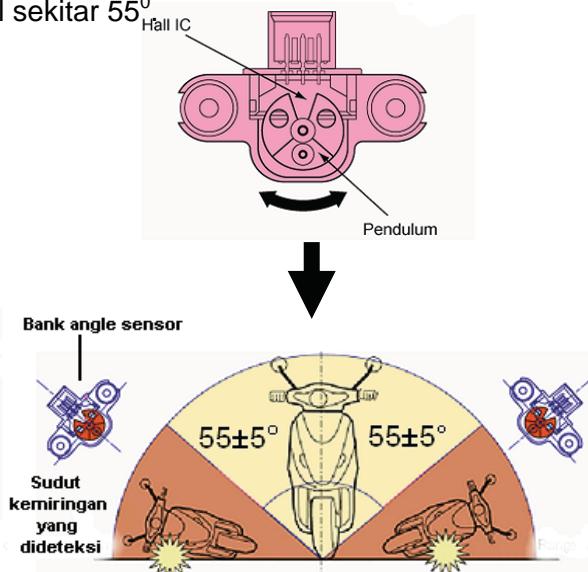
- 1) *ECU/ECM*; menerima dan menghitung seluruh informasi/data yang diterima dari masing-masing sinyal sensor yang ada dalam mesin. Informasi yang diperoleh dari sensor antara lain berupa informasi tentang suhu udara, suhu oli mesin, suhu air pendingin, tekanan atau jumlah udara masuk, posisi katup throttle/katup gas, putaran mesin, 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/menyemprotkan bahan bakar dengan mengirimkan tegangan listrik ke solenoid injektor. Pada

- beberapa mesin yang sudah lebih sempurna, disamping mengontrol injektor, ECU/ECM juga bisa mengontrol sistem pengapian.
- 2) MAP (*Manifold absolute pressure*) sensor; memberikan sinyal ke ECU berupa informasi (deteksi) tekanan udara yang masuk ke intake manifold. Selain tipe MAP sensor, pendekripsi 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*.



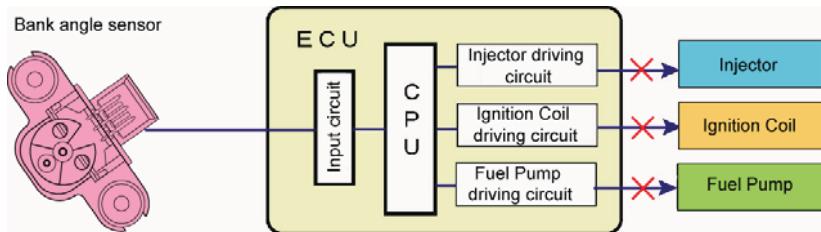
Gambar 6.30 Contoh posisi penempatan sensor yang menyatu (built in) dengan throttle body

- 3) *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.
- 4) *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 mesin. Konstruksi generasi terakhir dari sensor posisi katup gas sudah full elektronis, karena yang menggerakkan katup gas adalah elektromesin 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.
- 5) *Engine oil temperature sensor*; memberikan sinyal ke ECU berupa informasi (deteksi) tentang suhu oli mesin.
- 6) *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 minimal sekitar 55^0



Gambar 6.31 Bank angle sensor dan posisi sudut kemiringan sepeda motor

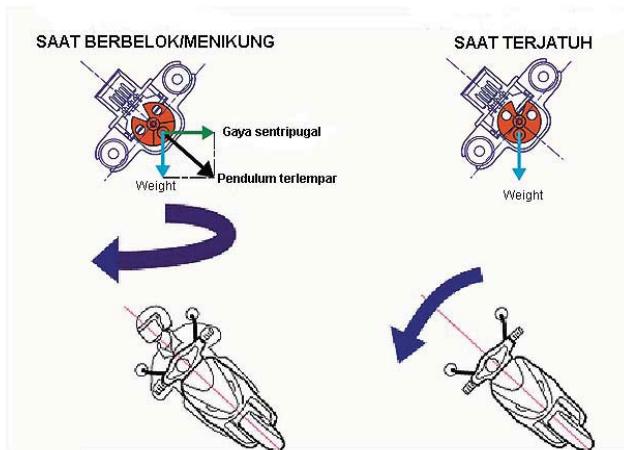
Sinyal atau informasi yang dikirim bank angle sensor ke ECU saat sepeda motor terjatuh dengan sudut kemiringan yang telah ditentukan akan membuat ECU memberikan perintah untuk mematikan (meng-OFF-kan) injektor, koil pengapian, dan pompa bahan bakar. Dengan demikian peluang terbakarnya sepeda motor jika 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 6.32 Informasi bank angle sensor kepada ECU untuk meng-OFF-kan injektor, koil pengapian, dan pompa bahan bakar saat terdeteksi sudut kemiringan yang telah ditentukan

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.

Bagaimana dengan sudut kemiringan sepeda motor yang sedang menikung/berbelok?



Gambar 6.33 Posisi bank angle sensor saat sepeda motor menikung dan terjatuh

Jika sepeda motor sedang dijalankan pada posisi menikung (walaupun kemiringannya melebihi 55°), ECU tidak meng-OFF-kan ketiga komponen tersebut. Pada saat menikung terdapat gaya centripugal yang membuat sudut kemiringan pendulum dalam bank angle sensor tidak sama dengan kemiringan sepeda motor. Dengan demikian, walaupun sudut kemiringan sepeda motor sudah mencapai 55° , tapi dalam kenyataannya sinyal yang dikirim ke ECU masih mengindikasikan bahwa sudut kemiringannya masih di bawah 55° 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 mesin dan sensor lainnya. Namun demikian, pada sistem EFI sepeda motor yang masih sederhana, tidak semua sensor dipasang.

c. 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 6.34 Konstruksi throttle body

3. 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 mesin bisa tetap beroperasi/bekerja dengan sempurna pada berbagai kondisi kerjanya. Oleh karena itu, keberadaan sensor-sensor yang memberikan informasi akurat tentang kondisi mesin saat itu sangat menentukan unjuk kerja (*performance*) suatu mesin.

Semakin lengkap sensor, maka pendekripsi kondisi mesin dari berbagai karakter (suhu, tekanan, putaran, kandungan gas, getaran mesin 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.

a. Saat Penginjeksian (Injection Timing) dan Lamanya Penginjeksian

Terdapat beberapa tipe penginjeksian (penyemprotan) dalam sistem EFI motor bensin (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)*.

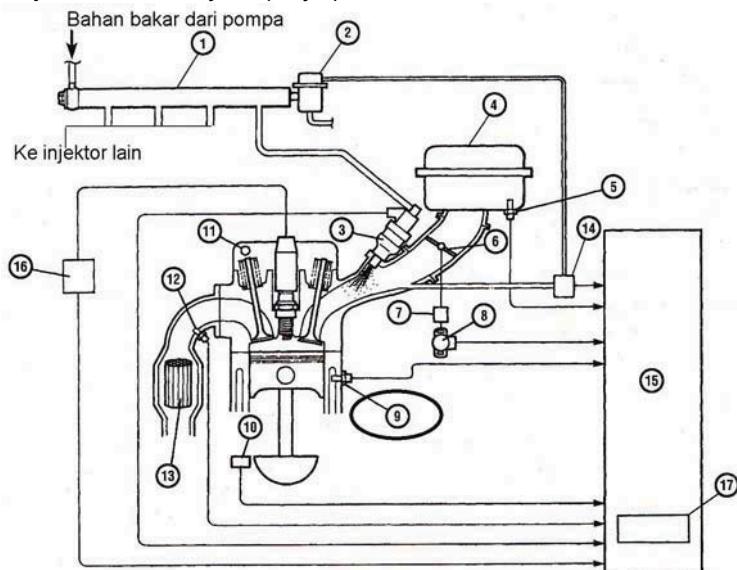
Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa penginjeksian pada motor bensin *pada umumnya* dilakukan di ujung intake manifod sebelum inlet valve (katup masuk). Oleh karena itu, saat penginjeksian (injection timing) tidak mesti sama persis dengan percikan bunga api busi, yaitu beberapa derajat sebelum TMA 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 mesin 4 silinder dengan tipe injeksi serentak, tentunya saat penginjeksian injektor satu dengan yang lainnya terjadi secara bersamaan. Jika FO mesin 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 mesin. Semakin lama terjadi injeksi, maka jumlah bahan bakar akan semakin banyak pula. Dengan demikian, seiring naiknya putara mesin, maka lamanya injeksi akan semakin bertambah karena bahan bakar yang dibutuhkan semakin banyak.

b. Cara Kerja Saat Kondisi Mesin Dingin

Pada saat kondisi mesin 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.

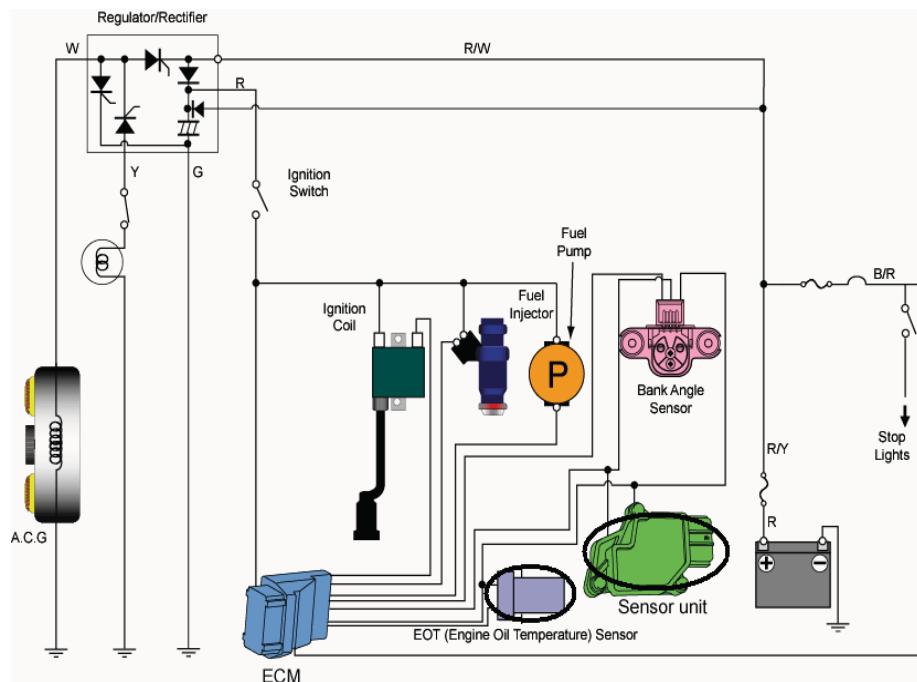
Untuk memperkaya campuran bahan bakar udara tersebut, pada sistem EFI yang dilengkapi dengan sistem pendinginan air terdapat sensor *temperatur air pendingin* (*engine/coolant temperature sensor*) seperti terlihat pada gambar 6.34 no. 9 di bawah ini. Sensor ini akan mendeteksi kondisi air pendingin mesin 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 injektor agar bahan bakar yang disemprotkan menjadi lebih banyak (kaya).



Gambar 6.35 Sensor air pendingin (9) pada mesin Yamaha GTS1000

Sedangkan bagi mesin yang *tidak* dilengkapi dengan sistem pendinginan air, sensor yang dominan untuk mendeteksi kondisi mesin saat dingin adalah *sensor temperatur oli/pelumas mesin (engine oil temperature sensor)* dan *sensor temperatur udara masuk (intake air temperature sensor)*. Sensor temperatur oli mesin 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.



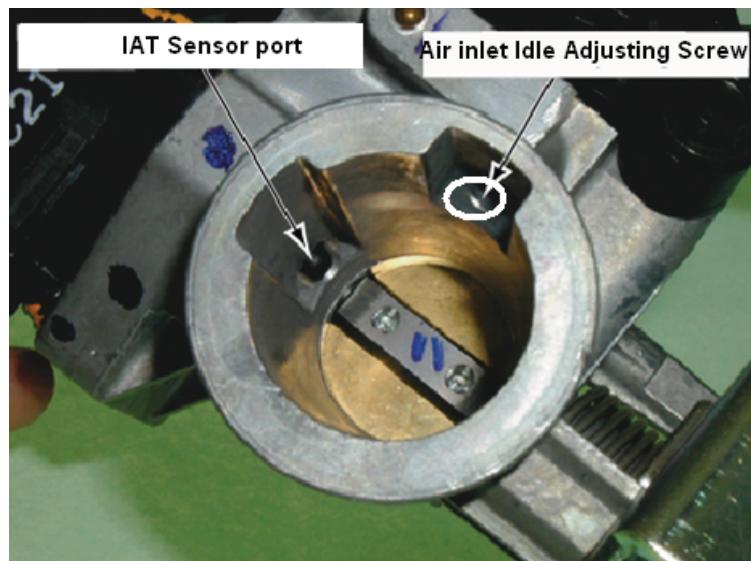
Gambar 6.36 Engine oil temperature sensor dan Intake air temperature sensor (dalam sensor unit) pada mesin Honda Supra X 125

c. Cara Kerja Saat Putaran Rendah

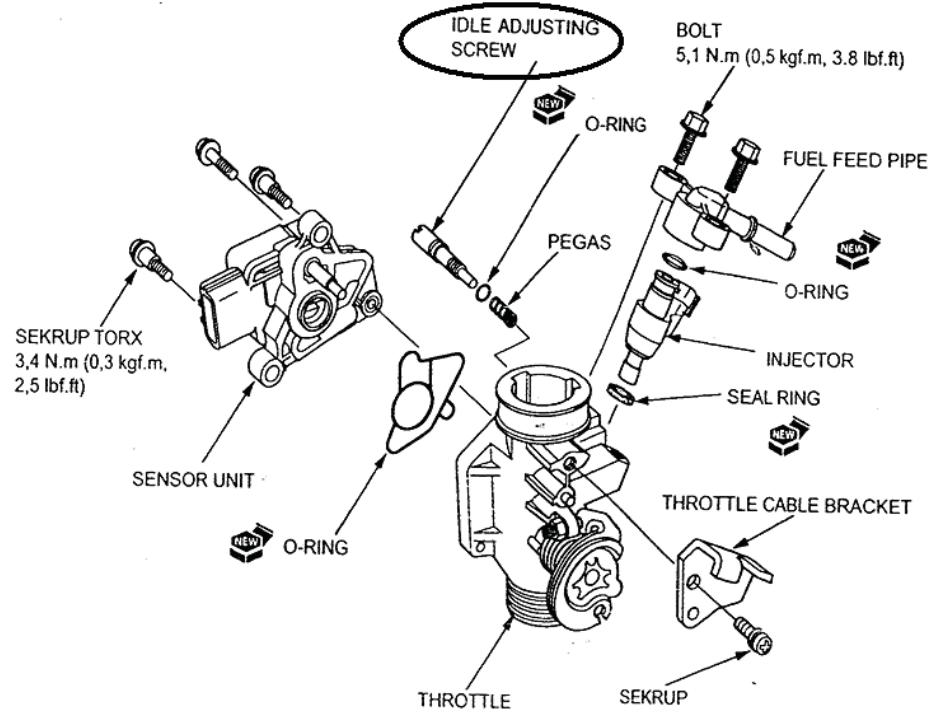
Pada saat putaran mesin masih rendah dan suhu mesin sudah mencapai suhu kerjanya, ECU/ECM akan mengontrol dan memberikan tegangan listrik ke injektor hanya sebentar saja (beberapa derajat engkol) karena jumlah udara yang dideteksi oleh MAP sensor dan sensor posisi katup gas (TP sensor) masih sedikit. Hal ini supaya dimungkinkan tetap terjadinya perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang tepat (mendekati perbandingan campuran teoritis atau ideal).

Posisi katup gas (katup trotel) 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 (lihat gambar 6.36). Sebagian besar sistem EFI pada sepeda motor masih menggunakan skrup penyel (air idle adjusting screw) untuk putaran stasioner (lihat gambar 6.37).

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/penginjection* hanya beberapa derajat engkol saja karena bahan bakar yang dibutuhkan masih sedikit.



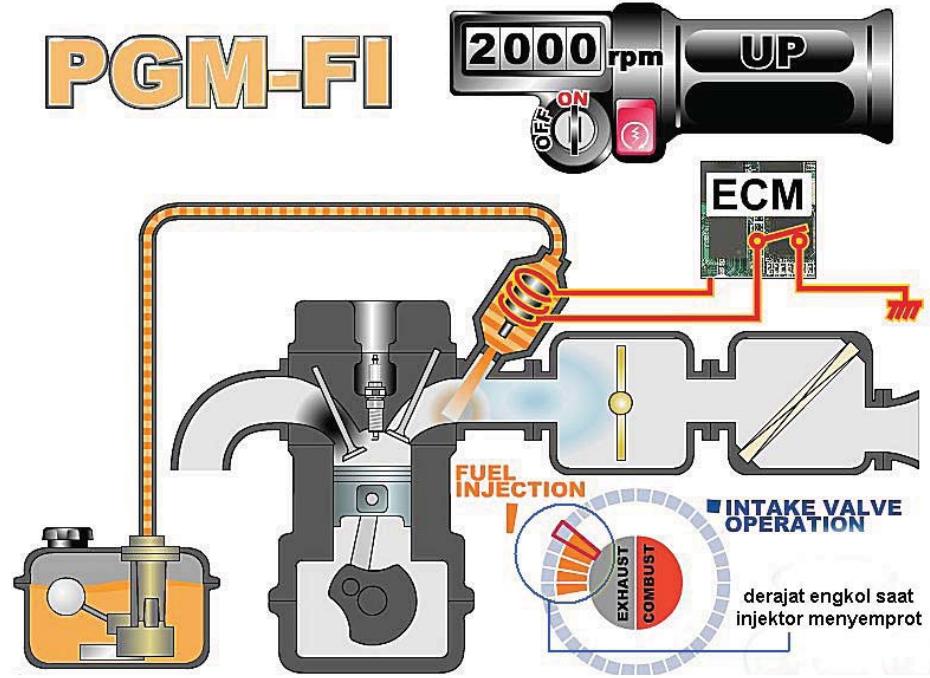
Gambar 6.37 Lubang/saluran masuk (air inlet idle adjusting screw) untuk putaran stasioner saat katup trotel masih menutup pada motor Honda Supra X 125



Gambar 6.38 Posisi skrup penyetel putaran stasioner (idle adjusting screw) pad throttle body

Pada saat putaran mesin 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 6.38 di bawah ini adalah ilustrasi saat mesin 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 6.39 Contoh penyemprotan injektor pada saat putaran 2000 rpm

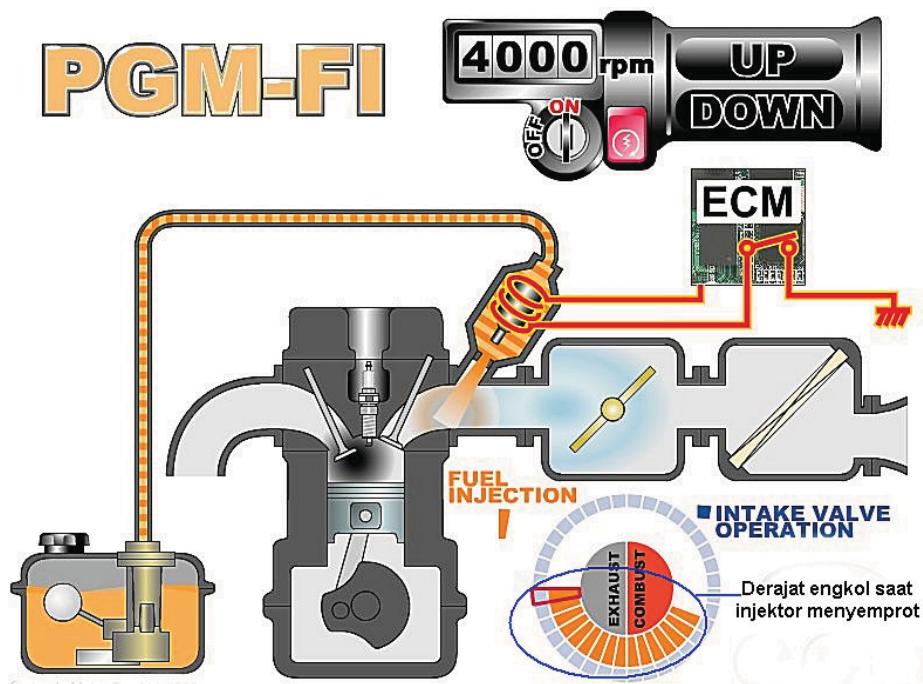
Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa proses penyemprotan pada injektor terjadi saat ECU/ECM memberikan tegangan pada solenoid injektor. Dengan pemberian tegangan listrik tersebut solenoid coil akan menjadi magnet sehingga mampu menarik plunger dan mengangkat needle valve (katup jarum) dari dudukannya,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

d. Cara Kerja Saat Putaran Menengah dan Tinggi

Pada saat putaran mesin dinaikkan dan kondisi mesin dalam keadaan normal, ECU/ECM menerima informasi dari sensor posisi katup gas (TP sensor) dan MAP sensor. TP sensor mendeteksi pembukaan katup trotel 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 infomasi yang diperoleh dari sensor putaran rpm.

Gambar 6.39 di bawah ini adalah ilustrasi saat mesin 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.



Gambar 6.40 Contoh penyemprotan injector pada saat putaran 4000 rpm

Selanjutnya jika putaran putaran dinaikkan lagi, katup trolot semakin terbuka lebar dan sensor posisi katup trolot (TP sensor) akan mendeteksi perubahan katup trolot tersebut. ECU/ECM memerlukan informasi perubahan katup trolot 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.

e. Cara Kerja Saat Akselerasi (Percepatan)

Bila sepeda motor diakselerasi (digas) 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 (lihat gambar 6.21). 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 mesin. Masih ada beberapa kondisi kerja mesin yang tidak dibahas lebih detil 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 mesin saat itu.

Semakin lengkap sensor yang dipasang pada suatu mesin, maka koreksi terhadap pengaturan saat dan lamanya penginjeksian akan semakin sempurna, sehingga mesin bisa menghasilkan unjuk kerja atau tampilan (*performance*) yang optimal dan mengeluarkan kandungan emisi beracun yang minimal.

O. PEMERIKSAAN DAN PERBAIKAN SISTEM BAHAN BAKAR KONVENTIONAL (KARBURATOR)

1. Jadwal Perawatan Berkala Sistem Bahan Bakar Konvensional

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

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

Tabel 2. Jadwal Perawatan Berkala (Teratur) Sistem Bahan bakar Konvensional

No	Bagian Yang Diservis	Tindakan setiap dicapai jarak tempuh
1	Saluran (slang) bahan bakar (bensin)	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	Karbulator	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

2. Sumber-Sumber Kerusakan Sistem Bahan Bakar Konvensional

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

Tabel 3. Sumber-sumber kerusakan sistem bahan bakar konvensional (karburator)

Permasalahan	Kemungkinan Penyebab	Solusi (Jalan Keluar)
Masalah pada kecepatan rendah dan stasioner (langsam)	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
Mesin 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. Needle valve pada sistem pelampung rusak atau aus	1. Ganti
	2. Pegas (spring) pada needle valve patah	2. Ganti
	3. Permukaan bahan bakar terlalu tinggi atau terlalu rendah	3. Setel ketinggian pelampung
	4. Terdapat benda atau kotoran di needle valve	4. Periksa dan bersihkan
	5. Pelampung tidak bekerja dengan semestinya	5. Periksa dan setel

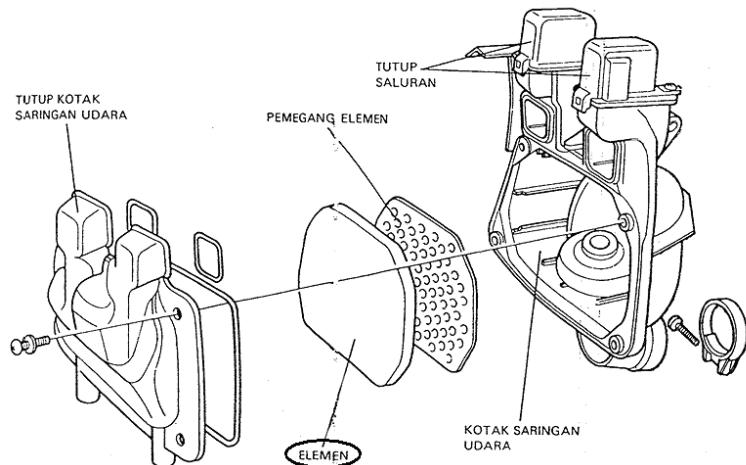
Permasalahan	Kemungkinan Penyebab	Solusi (Jalan Keluar)
Masalah pada kecepatan rendah dan kecepatan tinggi	1. Main jet atau main air jet tersumbat	1. Periksa dan bersihkan
	2. Needle jet tersumbat	2. Periksa dan bersihkan
	3. Throttle piston (skep) tidak berfungsi dengan baik	3. Periksa throttle piston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

3. 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 mesin menjadi berkurang. *Bersihkan* saringan bahan bakar secara teratur menggunakan udara bertekanan (kompresor). *Ganti* saringan bahan bakar yang telah tersumbat.

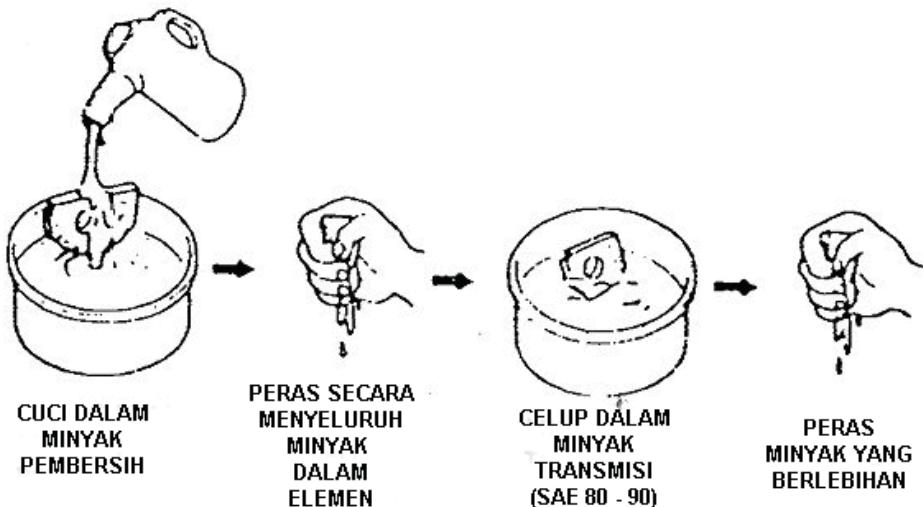
4. Pemeriksaan dan Perawatan Saringan Udara

- Keluarkan elemen saringan udara dari kotak saringan udara.



Gambar 6.41 Elemen saringan udara

- b. Cuci elemen dalam minyak solar atau minyak pembersih yang tidak mudah terbakar dan biarkan sampai mengering.
- c. Celupkan elemen dalam minyak transmisi (SAE 80-90) dan peras keluar kelebihan minyak.
- d. Pasang kembali elemen dan tutup kembali kotak saringan udara.
- e. Ilustrasi urutan pencucian elemen saringan udara adalah seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 6.42 Urutan pencucian elemen saringan udara

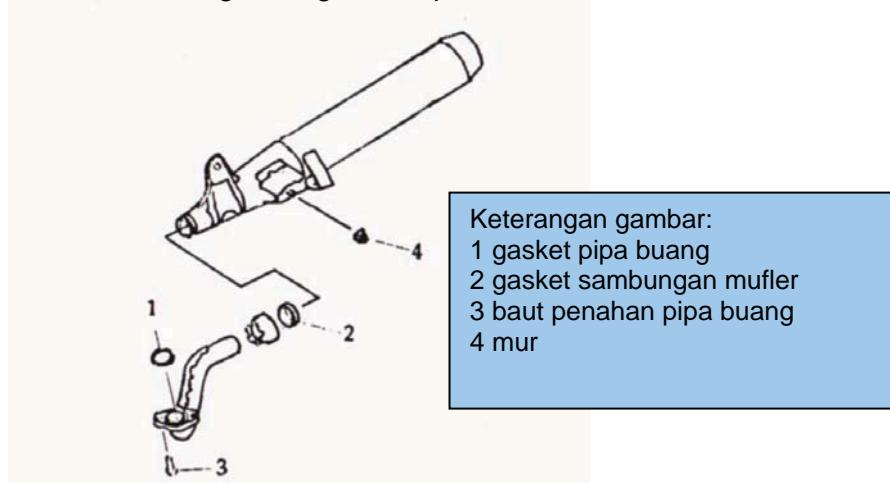
5. Knalpot

Gas buang sepeda motor keluar disalurkan melalui knalpot ke udara luar. Bagian dalam knalpot dikonstruksi sedemikian rupa sehingga di samping menampung gas buang, knalpot juga dapat meredam suara (silencer). Biasanya panjang dan diameter knalpot sudah tertentu sehingga jika dilakukan perubahan (modifikasi) akan mempengaruhi kemampuan sepeda motor. Konstruksi knalpot tidak boleh (dilarang) untuk dirubah, dilubangi ataupun dicopot. Perubahan ini merupakan pelanggaran hukum dan pelakunya dapat dituntut.

Konstruksi knalpot sepeda motor empat langkah dan sepeda motor dua langkah umumnya tidak sama. Knaapot sepeda motor dua langkah terdiri atas dua bagian yang disambungkan. Kedua bagian tersebut disambungkan dengan ring mur sehingga mudah dilepas. Hal ini dimaksudkan agar lebih mudah dibersihkan. Knaapot mesin dua langkah lebih cepat kotor dikarenakan pada proses pembakarannya oli ikut terbakar sehingga kemungkinan timbul kerak pada lubang knalpot sangat besar. Untuk itu knalpot sepeda motor dua langkah harus sering dibersihkan.

Cara membersihkan knalpot sepeda motor dua langkah:

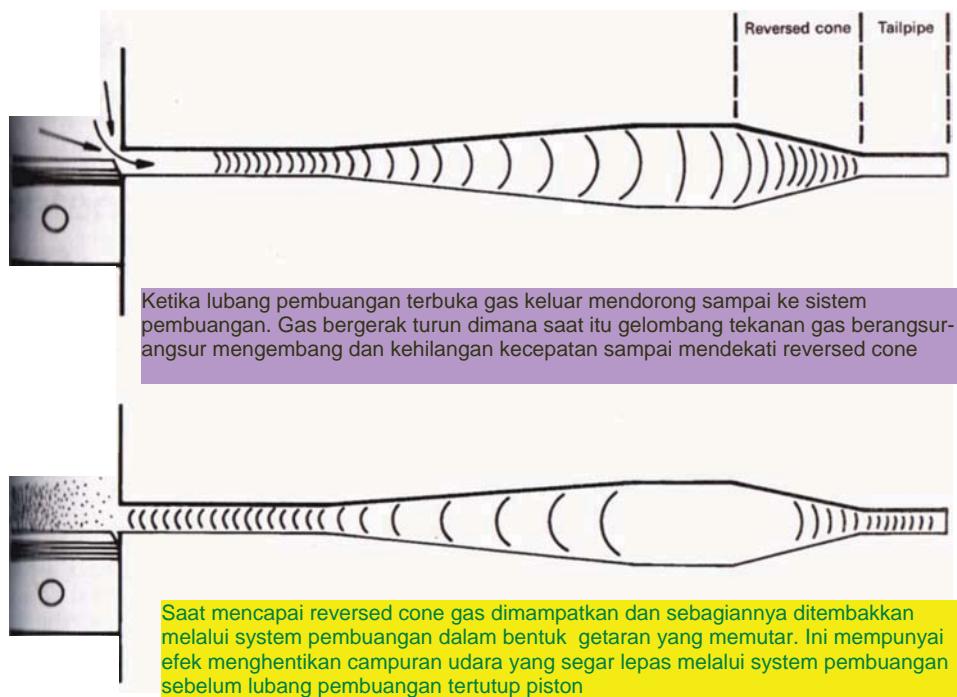
1. Lepaskan knalpot dari dudukannya
2. Pisahkan bagian-bagian knalpot



Gambar 6.43 Bagian-Bagian Knalpot

3. Bersihkan bagian luar knalpot dengan kain dan air atau amplas halus. Supaya kering, jemur sebentar dengan cahaya matahari atau keringkan dengan udara bertekanan (kompresor).
 4. Panaskan bagian luar ujung knalpot sampai merah membara dengan api las karbit.
 5. Semprot bagian dalam knalpot dengan udara bertekanan sampai kotoran-kotoran di dalamnya terlempar ke luar.
 6. Untuk membersihkan peredam suara. Semprotkan dengan air panas agar sisa bahan bakar yang ada bisa keluar. Setelah itu keringkan dengan udara bertekanan .
 7. Bersihkan saluran buang pada blok silinder dengan skrap pembersih kerak kemudian semprot saluran buang dengan udara bertekanan. Yang perlu diperhatikan pada saat membersihkan kerak dengan skrap posisi piston harus ada pada Titik Mati Bawah agar tidak tergores oleh skrap.
 8. Periksa keadaan paking knalpot, bila ada yang rusak harus diganti. Paking yang rusak akan menyebabkan kebocoran gas buang.
 9. Pasang knalpot dengan cara kebalikan dari waktu membongkar. Periksa kebocoran gas buang dengan cara menghidupkan motor dan menutup ujung knalpot dengan kain. Jika ada kebocoran gas buang, segera perbaiki bagian yang menyebabkan kebocoran tersebut.
- Fungsi knalpot mesin dua langkah tidak hanya sekedar mengalirkan gas buang tapi juga harus dapat menimbulkan tekanan balik pada lubang buang. Tekanan balik tersebut

diperlukan karena mesin dua langkah tidak menggunakan katup. Hal ini untuk mencegah gas baru ikut keluar bersama dengan gas buang.

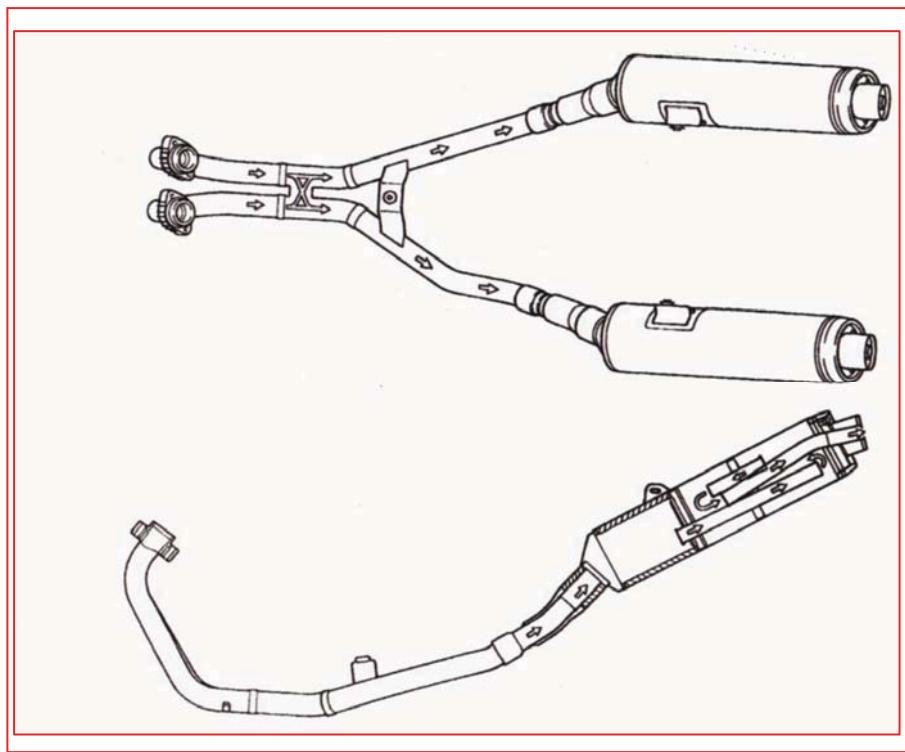


Gambar 6.44 Gambar Ekspansi pada sistem pembuangan dari mesin dua langkah

Tips:

Dengan melihat warna asap knalpot, kerusakan mesin dapat diperkirakan. Warna asap knalpot mesin dua langkah yang baik adalah putih. Jika warna asap knalpotnya hitam berarti pelumasannya kurang. Jika warna asap knalpotnya putih mengepul berarti pelumasannya terlalu banyak. Cara mengatasinya kurangi prosentase pelumas pada bensin atau setel pompa pelumasnya.

Knalpot sepeda motor empat langkah tidak terdiri atas dua bagian yang disambungkan. Pada knalpot sepeda motor empat langkah oli tidak ikut terbakar sebagaimana di knalpot sepeda motor dua langkah, sehingga knalpot lebih bersih.



Gambar 6.45 Gambar bagian sistem pembuangan jenis mesin empat langkah

6. Pemeriksaan Jet (Pengabut) Karburator

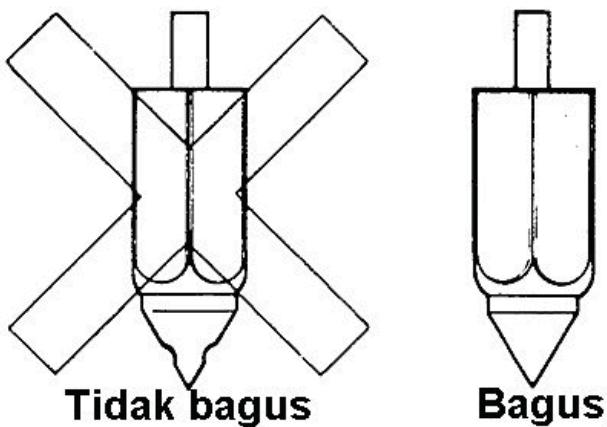
Periksa jet-jet karburator dari kerusakan, kotoran atau tersumbat. Jet-jet yang diperiksa antara lain:

- a. Pilot Jet/idle jet (spuyer/pengabut putaran langsam/stasioner)
- b. Main Jet (spuyer utama)
- c. Main Air Jet (spuyer saluran udara utama)
- d. Pilot Air Screw (sekrup penyetel udara putaran langsam/stasioner)
- e. Float (pelampung)
- f. Needle valve (jarum Pelampung)
- g. Starter Jet/cold star jet (spuyer saat mesin dingin)
- h. Gasket dan O-ring
- i. Lubang by pass dan pilot outlet

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

7. Pemeriksaan Jarum Pelampung

- a. Bila diantara dudukan dan jarum terdapat benda asing, bahan bakar (bensin) akan terus mengalir dan mengakibatkan banjir.
- b. Bila dudukan dan jarum sudah termakan/aus, *gantilah* kedua-duanya.
- c. Sebaliknya bila jarum tidak mau bergerak, maka bahan bakar tidak dapat turun.
- d. Bersihkanlah ruang pelampungnya dengan bensin.
- e. Bila jarum pelampung cacat seperti terlihat pada gambar di bawah, *ganti* dengan yang baru.



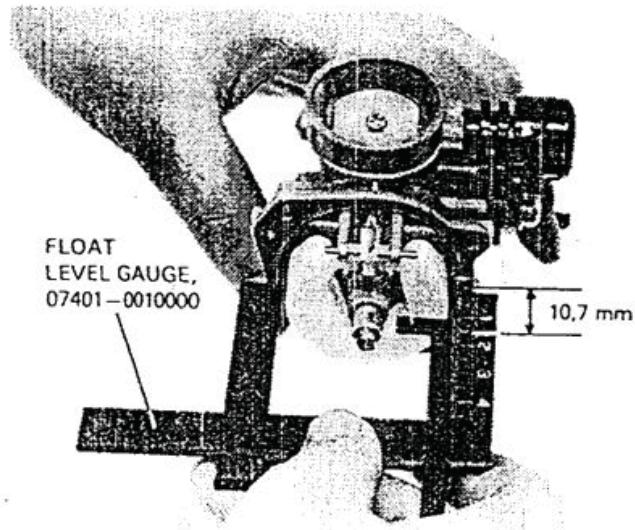
Gambar 6.46 Kondisi jarum yang bagus
Dengan yang tidak bagus

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

8. Pemeriksaan Tinggi Pelampung

Untuk mengetahui tinggi pelampung maka:

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



Gambar 6.47 Contoh pengukuran tinggi pelampung pada Honda Astrea

- c. 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.

9. Pemeriksaan Penyetelan Putaran Stasioner/Langsam

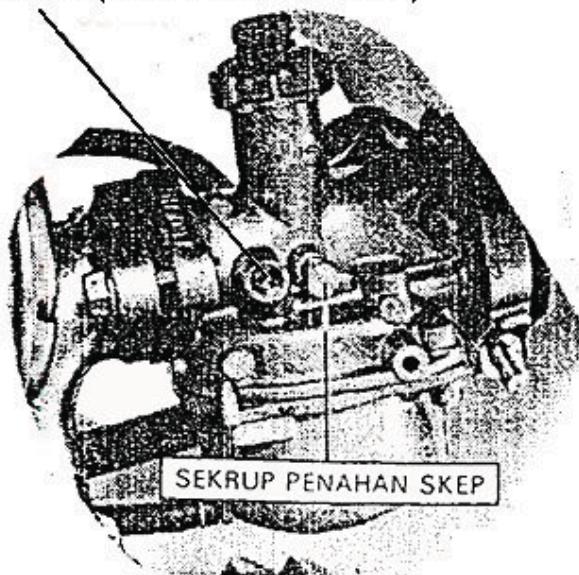
- a. Putar sekrup udara (*pilot/idle mixture screw*) searah jarum jam sampai duduk dengan ringan dan kemudian kembalikan pada posisi sesuai spesifikasi yang diberikan.

Catatan:

- 1) Kerusakan pada dudukan sekrup udara akan terjadi jika sekrup udara dikencangkan terlalu keras pada dudukannya.

- 2) Bukaan awal sekrup udara : $2 - 2\frac{1}{4}$ putaran keluar (untuk lebih pastinya, lihat buku manual sepeda motor yang bersangkutan).

SEKRUP UDARA (PILOT/IDLE MIXTURE SCREW)



Gambar 6.48 Posisi sekrup udara dan penahan skep (throttle piston) pada karburator yang terdapat pada salah satu merk sepeda motor

- b. Hangatkan mesin sampai pada suhu operasi/suhu kerja mesin.
- c. Matikan mesin dan pasang tachometer (pengukur putaran mesin) yang disesuaikan dengan instruksi penggunaan oleh pabrikan tachometer.
- d. Hidupkan mesin dan setel putaran stasioner mesin dengan sekrup penahan skep (throttle piston).

Putaran stasioner/langsam : 1400 ± 100 rpm (untuk lebih pastinya, lihat buku manual sepeda motor yang bersangkutan)

- e. Putar sekrup udara masuk atau keluar secara perlahan sampai diperoleh kecepatan mesin tertinggi.
- f. Ulangi langkah d dan e.
- g. Setel kembali putaran stasioner mesin dengan memutar sekrup penahan skep.

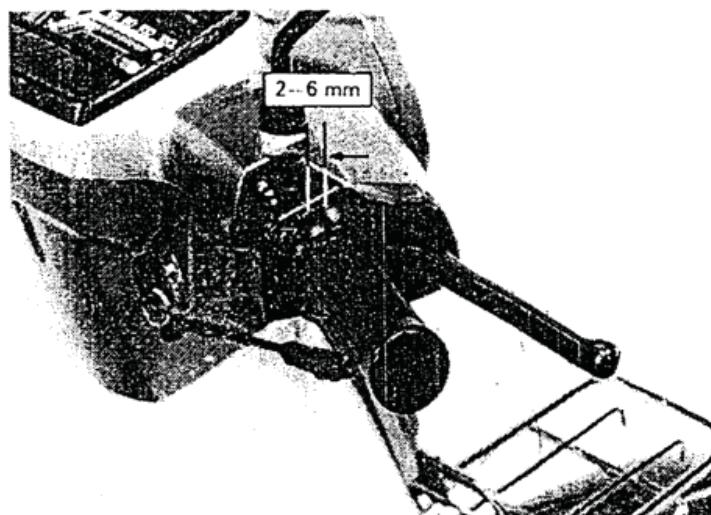
- h. Putar gas tangan perlahan-lahan dan periksa apakah kecepatan putaran mesin naik secara halus: Jika tidak, ulangi langkah d sampai dengan g.

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) Mesin harus dalam keadaan hangat untuk mendapatkan ketepatan penyetelan, sekitar 10 menit dihidupkan sudah cukup untuk menghangatkan mesin dalam mencapai suhu kerjanya.
- 3) Gunakan tachometer dengan ukuran kenaikan tiap 50 rpm atau lebih kecil.

10. Pemeriksaan Cara Kerja Gas Tangan

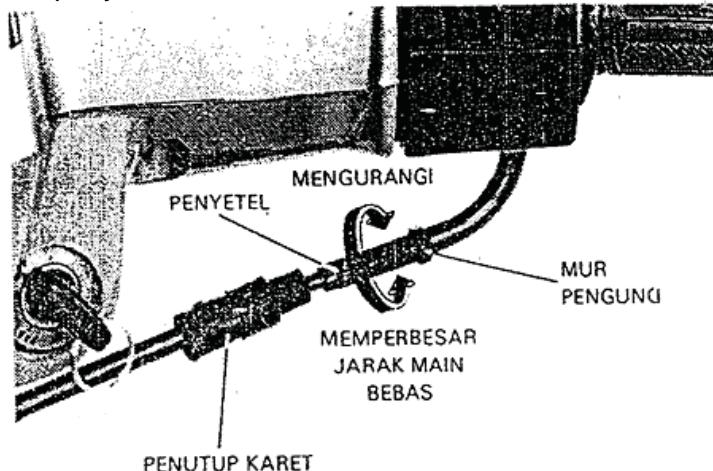
- a. Periksa apakah putaran gas tangan dapat bekerja dengan lancar dan halus sewaktu membuka dengan penuh dan menutup kembali secara otomatis pada semua stang kemudi.
- b. Periksa kabel gas dari kerusakan, lekukan atau keretakan. Ganti jika sudah rusak, terdapat lekukan atau retakan.
- c. Lumasi kabel gas jika cara kerja gas tangan tidak lancar (terserat).
- d. Ukur jarak main bebas gas tangan pada ujung sebelah dalam gas tangan.



Gambar 6.49 Jarak main bebas gas tangan

Jarak main bebas : 2 – 6 mm.

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



Gambar 6.50 Penyetelan jarak main bebas gas tangan

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

P. PEMERIKSAAN DAN PERBAIKAN SISTEM BAHAN BAKAR TIPE INJEKSI (EFI)

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

- a. Pastikan untuk membuang tekanan bahan bakar sementara mesin dalam keadaan mati.
- b. Sebelum melepaskan fuel feed hose (slang 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 (kabelgas 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.

2. 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 mesin dioperasikan dalam keadaan biasa (normal). Pemeriksaan dan perawatan berkala *sebaiknya* rentang operasinya diperpendek sampai 50% jika sepeda mesin dioperasikan pada kondisi jalan yang berdebu dan pemakaian berat (diforsir).

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

Tabel 4. Jadwal perawatan berkala (teratur) sistem bahan bakar tipe injeksi (EFI)

No	Bagian Yang Diservis	Tindakan setiap dicapai jarak tempuh
1	Saluran (slang) bahan bakar (bensin)	Periksa saluran bahan bakar setelah menempuh jarak 4.000 km, 8.000 km, 12.000 dan seterusnya setiap 4.000 km
2	Sistem penyaluran udara sekunder	Periksa dan bersihkan saluran udara sekunder setelah menempuh jarak 12.000 km. <i>Ganti</i> setiap 3 tahun atau setelah menempuh jarak 24.000 km
3	Putaran stasioner mesin	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 4.000 km, 8.000 km, 12.000 km dan seterusnya setiap 4.000 km
5	Saringan udara	Periksa dan bersihkan saringan udara setelah menempuh jarak 2.000 km, 4.000 km dan seterusnya <i>bersihkan</i> setiap 2.000 km. <i>Ganti</i> setiap 12.000 km

3. 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 mesin, untuk diketahui kemungkinan penyebabnya dan menentukan jalan keluarnya atau penanganannya (solusinya).

Tabel 5. Sumber-Sumber Kerusakan Sistem Bahan Bakar Tipe Injeksi (EFI)

Permasalahan	Kemungkinan Penyebab	Solusi (Jalan Keluar)
Mesin mati, sulit dihidupkan, putaran stasioner kasar	1. Terdapat kebocoran udara masuk 2. Tekanan dalam sistem bahan bakar terlalu tinggi 3. Tekanan dalam sistem bahan bakar terlalu rendah 4. Saringan injektor (injektor filter) tersumbat 5. Penyetelan stasioner tidak tepat 6. Saluran udara stasioner tersumbat 7. Bahan bakar tercemar/kualitas jelek	1. Periksa dan perbaiki 2. Periksa dan perbaiki 3. Periksa dan perbaiki 4. Bersihkan dan ganti bila perlu 5. Periksa dan setel kembali 6. Bersihkan 7. Ganti
Mesin tidak mau hidup	1. Pompa bahan bakar tidak bekerja dengan baik 2. Saringan injektor (injektor filter) tersumbat 3. Jarum injektor (injector needle) tertahan 4. Bahan bakar tercemar/kualitas jelek 5. Terdapat kebocoran udara masuk	1. Periksa dan ganti bila perlu 2. Periksa dan bersihkan 3. Periksa dan ganti bila perlu 4. Ganti 5. Periksa dan perbaiki
Terjadi ledakan (misfiring) saat melakukan akselerasi	1. Sistem penyaluran bahan bakar tidak bekerja dengan baik 2. Saringan injektor (injektor filter) tersumbat 3. Sistem pengapian (ignition system) tidak bekerja dengan baik	1. Periksa dan perbaiki 2. Periksa dan ganti bila perlu 3. Periksa dan perbaiki

4. Informasi Pendiagnosaan Sendiri Sistem EFI atau PGM-FI

Prosedur Pendiagnosaan Sendiri (Self Diagnosis)

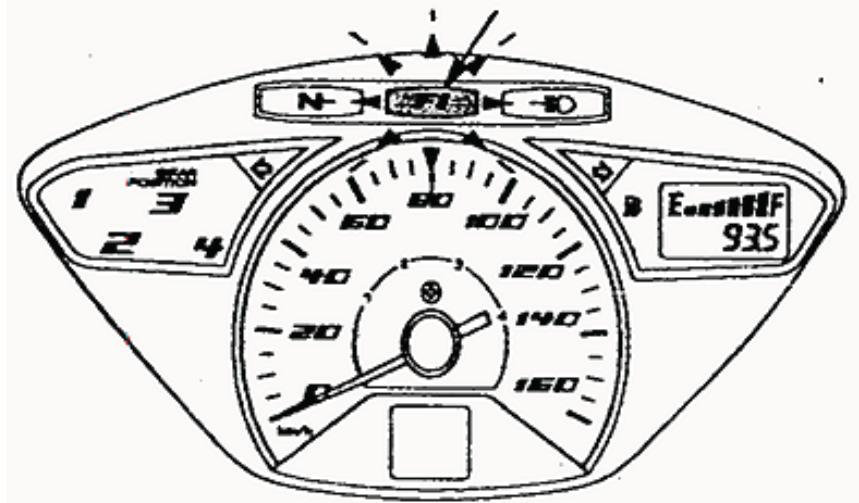
- Letakkan sepeda motor pada standar utamanya.

Catatan:

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

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

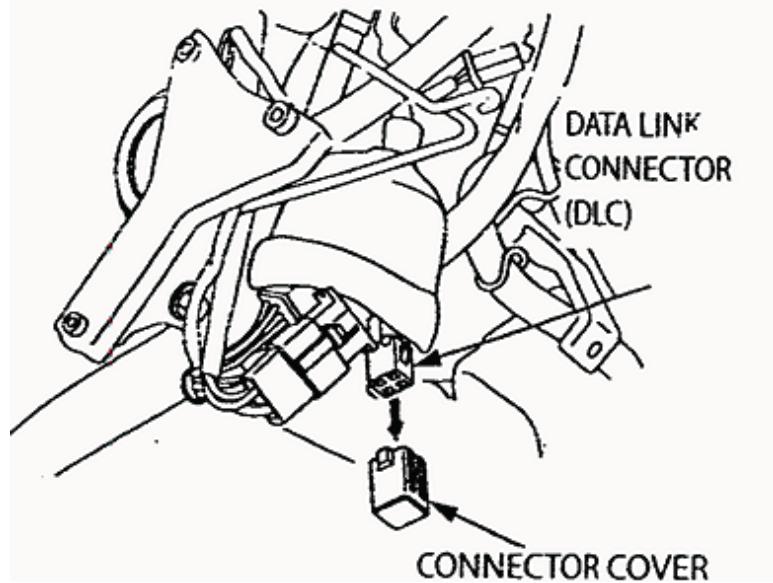
MALFUNCTION INDICATOR LAMP (MIL)



Gambar 6.51 Posisi MIL

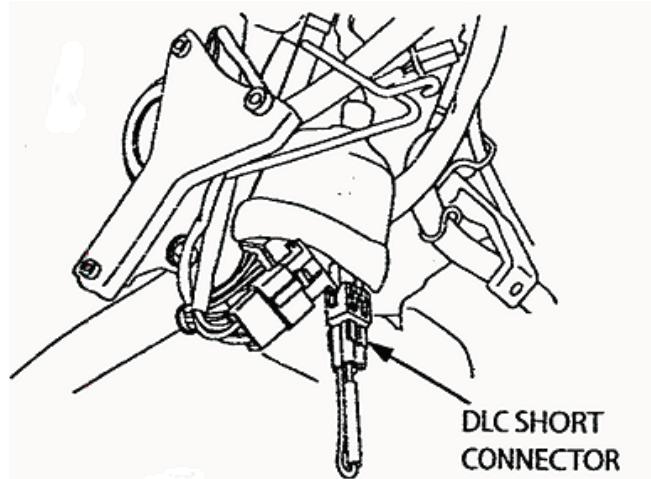
- Jika MIL tidak hidup atau berkedip, sistem dalam keadaan normal.
- Jika ingin membaca memori EFI/PGM-FI untuk data kesukaran, lakukan sebagai berikut:
 - Untuk membaca data persoalan yang telah disimpan. Putar kunci kontak ke posisi "OFF".
 - Lepaskan front top cover.

- i. Lepaskan connector cover (penutup konektor) dari data Link connector (DLC) [konektor sambung data], seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



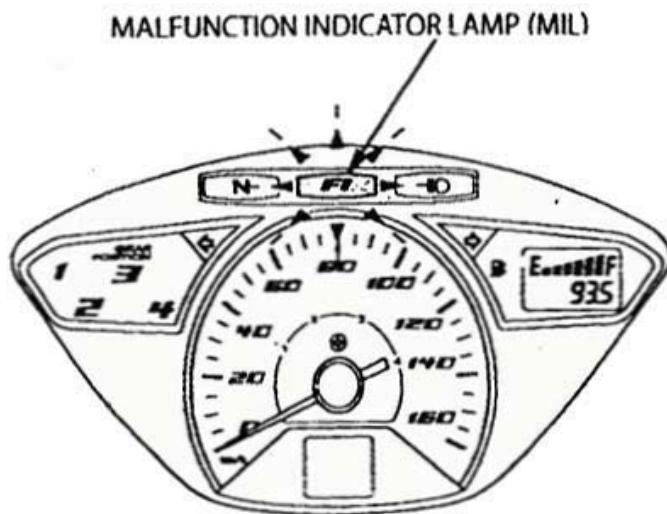
Gambar 6.52 Posisi DLC

- j. Hubungkan special tool ke data Link connector (DLC).



Gambar 6.53 Pemasangan konektor DLC ke DLC

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



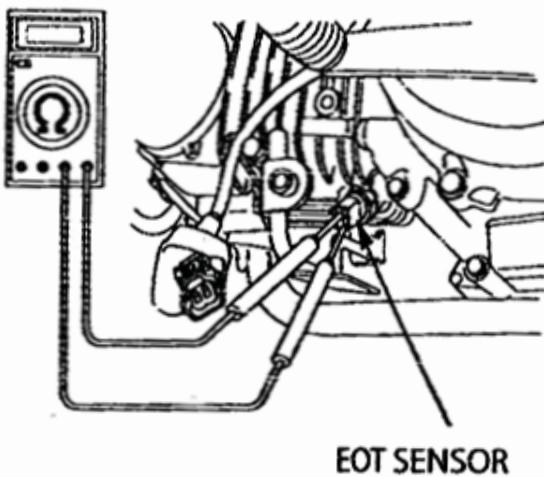
Gambar 6.54 MIL menyala ketika kunci kontak ON

- m. Catat berapa kali MIL berkedip dan tentukan penyebab persoalan.

Catatan:

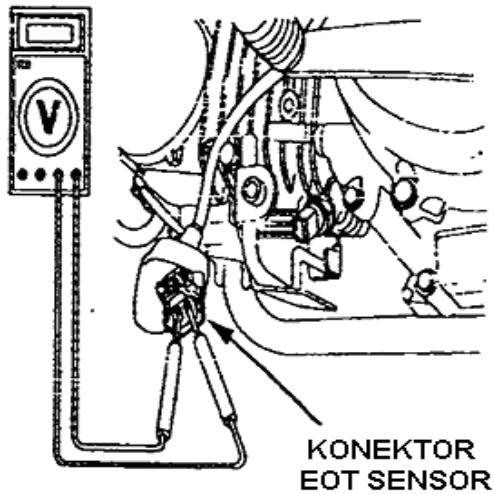
- 1) Pada sistem EFI atau PGM-FI Honda, MIL (*malfunction indicator lamp*) menunjukkan kode-kode masalah/persoalan yang terjadi pada sepeda motor. Jumlah kedipannya dari 0 sampai 54. Jenis kedipan dari MIL ada dua, yaitu kedipan pendek (0,3 detik) dan kedipan panjang (1,3 detik). Jika sebuah kedipan 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 6.55 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 6.56 Contoh pemeriksaan tegangan pada EOT sensor

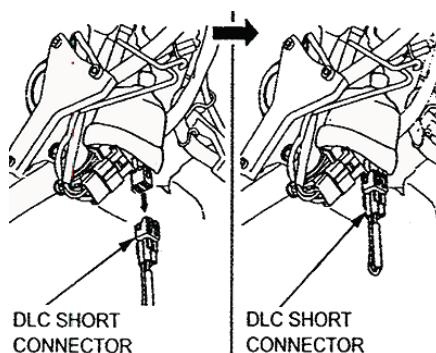
- d) Jika pada pemeriksaan point c) di atas *terdapat tegangan yang sesuai standar*, ganti komponen (sensor) yang bersangkutan.
- e) Jika pada pemeriksaan point c) di atas *tidak terdapat tegangan yang sesuai standar*, periksa kontinuitas antara konektor komponen (sensor) yang bersangkutan dengan konektor 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.

5. Prosedur Me-Reset Pendiagnosaan Sendiri

Catatan:

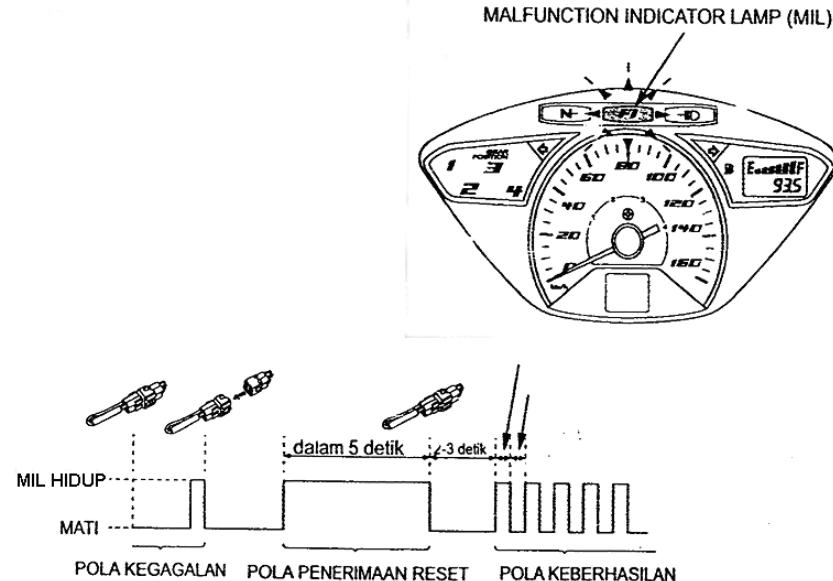
Data memori pendiagnosaan sendiri tidak akan terhapus sewaktu kabel negatif baterai dilepaskan.

- a. Putar kunci kontak ke “OFF”.
- b. Lepaskan front top cover.
- c. Lepaskan connector cover (penutup konektor) dari data Link connector seperti terlihat pada gambar 5.49).
- d. Hubungkan special tool (konektor DLC atau DLC short connector) ke data Link connector (DLC) seperti terlihat pada gambar 5.50)
- e. Putar kunci kontak ke “ON”.
- f. Lepaskanlah DLC short connector dari data Link connector (DLC) seperti terlihat pada gambar di bawah :



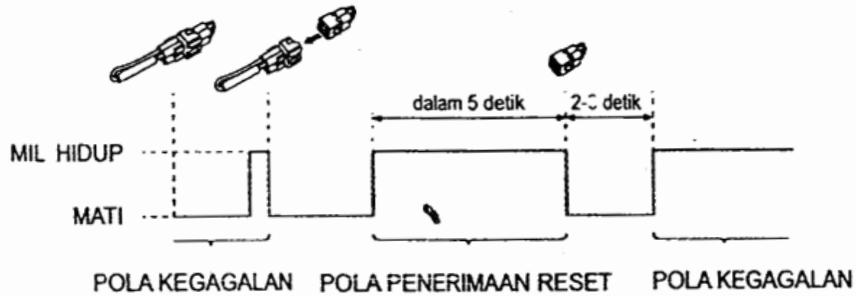
Gambar 6.57 Prosedur melepas dan menghubungkan kembali konektor DLC dari DLC

- g. 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).
- h. 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 6.58 Pola keberhasilan saat me-reset pendiagnosaan sendiri

- i. 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 pada gambar di bawah :



Gambar 6.59 Pola kegagalan saat me-reset pendiagnosaan sendiri

- j. 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.

SOAL-SOAL LATIHAN BAB VI

1. Jelaskan fungsi masing-masing komponen sistem bahan bakar konvensional!
2. Jelaskan perbedaan kran bensin tipe standar dengan tipe vakum pada sistem bahan bakar konvensional!
3. Kenapa tidak boleh menggunakan needle valve (katup jarum) pada sistem pelampung yang sudah kotor atau rusak/aus?
4. Jelaskan perbedaan jet needle dengan needle jet pada karburator!
5. Jelaskan perbedaan antara karburator tipe fixed venturi dengan karburator tipe variable venturi!
6. Jelaskan kelebihan sistem EFI dibanding sistem bahan bakar konvensional!
7. Jelaskan sensor-sensor utama yang terdapat pada sistem EFI sepeda motor!
8. Kenapa jika ingin membuang tekanan dalam sistem bahan bakar EFI harus dalam keadaan mesin mati?
9. Kenapa dalam sistem EFI sepeda motor Honda dilengkapi bank angle sensor?
10. Jelaskan fungsi DLC dan MIL!
11. Jelaskan apa perbedaan antara knalpot sepeda motor dua langkah dengan sepeda motor empat langkah, baik dari segi kontruksinya maupun dari proses yang terjadi di dalamnya!
12. Apa yang terjadi bila diketahui gas buang yang keluar dari knalpot sepeda motor dua langkah berwarna hitam dan apa yang harus dilakukan untuk mengatasinya?
13. Jelaskan urutan pekerjaan yang harus dilakukan untuk membersihkan knalpot sepeda motor dua langkah yang biasanya cepat mengalami kotor!

LAMPIRAN. A

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Setiyono dan Supriyadi, dkk. 1995. *Buku Panduan Teknik Reparasi dan Servis Bengkel Sepeda Motor*. Solo: CV Bahagia Pekalongan
- _____. AHM (PT Astra Honda Motor). *Pengetahuan Produk*. Jakarta: Astra Honda Training Centre.
- 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
- Bagian Publikasi Teknik (2002). *Service Manual Yamaha Nouvo*. Indonesia: PT. Yamaha Motor Kencana indonesia
- Boentarto. 1993. *Cara Pemeriksaan Penyetelan dan Perawatan Sepeda Motor*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Boentarto. 1995. *Tanya Jawab Reparasi Sepeda Motor*. Solo: CV. Aneka Solo
- Boentarto dan Dwi Haryanto. 2003. *Kiat Praktis Jual Beli Sepeda Motor Baru dan Bekas*. Jakarta: Puspa swara.
- B. Bisowarno. 1984. *Kenalilah Sepeda Motor Anda*. Bandung: Penerbit Tarate.
- Boentarto. 2002. *Menghemat Bensin Sepeda Motor*. Semarang: Effhar.
- Bosch. _____. *Bosch Spark Plugs and Spark Plug Wires Reference Guide*. Bosch
- Coombs, Mathew (2002). *Motorcycle Basics Techbook*. 2nd Edition. USA: Haynes Publishing
- Daryanto. 1991. *Motor Bakar untuk Mobil*. Jakarta: PT.Rineka Cipta

Daryanto. 2002. *Teknik Reparasi dan Perawatan Sepeda Motor*. Jakarta: PT. Bumi Aksara

Daryanto. 2003. *Keselamatan dan kesehatan Kerja Bengkel; Buku Acuan untuk Siswa Sekolah Menengah Kejuruan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Divisi Perawatan Sepeda Motor._____. *Petunjuk Perawatan Suzuki Shogun*. Jakarta: PT. Indomobil Suzuki international

Jalius Jama.1982. *Motor Bensin*. Jakarta : Ghalia Indonesia.

Mas Bagong Mulyono. 2002. *Kiat Membeli Sepeda Motor Bekas*. Jakarta: kawan Pustaka

M. Suratman. 2003. *Servis dan Teknik Reparasi Sepeda Motor*. Bandung: CV. Pustaka Grafika

NGK Sparkplug (USA) Inc. (2006). *Racing Sparkplugs for Performance Applications*. [Http://www.ngksparkplugs.com](http://www.ngksparkplugs.com) Diakses pada Tanggal 12 April 2007.

R.S.Northop. 1995. *Teknik Sepeda Motor*. Bandung: Pustaka Setia

Saiman dan Boentarto. 1995. *Teknik Servis Mesin 2 Langkah*. Solo: CV gunung Mas-Pekalongan.

Solihin, Iin dan Mulyadi (2003). *Perbaikan Sistem Kelistrikan Otomotif* . Bandung: Armico

Sri dadi hardjono. 1997. *Pertolongan Pertama pada Sepeda Motor*. Jakarta: puspa swara. Anggota IKAPI

Sudarminto. 1970. *Motor Bakar untuk STM Bagian Mesin dan Umum*. Bandung: carya remadja

Suratman, M, Drs (2003). *Servis dan Teknik Reparasi Sepeda Motor*. Bandung: CV Pustaka Grafika

TAM _____. *Materi Pelajaran Engine Group Step 2*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor

TAM _____. *Training Manual Gasoline Engine Step 2*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor Taslim Rudatin, dkk. 1987. *Teknik Reparasi Mesin-Mesin Mobil dan Motor*. Pekalongan: CV. Bahagia Batang

Taufan, Mohammad (2001). *Volvo Basic Mechanic Training II*. Jakarta: PT. Intraco Penta, Tbk

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

_____. Yamaha Technical Academy. YAMAHA MOTOR CO.LTD.

Yaswaki Kiyaku dan DM. Murdhana. 1994. *Cara Praktis Merawat Sepeda Motor*. Bandung: Pustaka Setia

Yaswaki Kiyaku dan DM. Murdhana. 2003. *Teknik Praktis Merawat Sepeda Motor*. Bandung: Pustaka Grafika.

YTA _____. *Dasar-Dasar Sepeda Motor*. Indonesia: Yamaha Motor CO.LTD

LAMPIRAN. B**DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN****Tabel 1. Daftar istilah dan singkatan**

No	Istilah	Singk.	Penjelasan
1	Accelerator pump	AC	Pompa yang terdapat di dalam karburator untuk menaikkan jumlah bahan bakar atau menggumukkan campuran.
2	Air/fuel Ratio	A/F Ratio	Air/fuel ratio merupakan perbandingan berat campuran udara/bahan bakar yang membentuk gas yang siap terbakar.
3	Automatic Timing Unit	ATU	Adalah unit berfungsi mempercepat timing pembakaran.
4	Bearing	--	Merupakan susunan bola keras tersusun melingkar untuk melancarkan putaran sehingga tidak terjadi panas.
5	Bore	--	Diameter silinder
6	Bottom Dead Center	BDC	Posisi piston terdekat dari poros engkol. Piston seakan berhenti pada waktu berbalik arah ke posisi TDC (TMB)
7	Brake Horse Power	BHP	Ukuran kekuatan motor (output)
8	Camshaft		Poros putar untuk menggerakkan katup buang dan katup masuk, sejalan dengan putaran mesin.
No	Istilah	Singk.	Penjelasan
9	Compression Ignition	CI	Motor bakar dengan

No	Istilah	Singk.	Penjelasan
10	Compression ration	CR	pembakaran dipicu oleh campuran bahan bakar dengan tekanan dan temperatur tinggi. Perbandingan volume ruangan silinder tambah ruang bakar dengan volume ruang bakar.
11	Carburattor	Carb.	Merupakan komponen berfungsi mencampurkan bahan bakar dan udara secara tepat.
12	Charging system Clutch	--	Sistem pengisian battery dari alternator, rectifier dan regulator
13	Crankshaft		Poros putar (poros engkol) berfungsi merubah gerakan turun naik piston menjadi putaran
14	Detonation		Pembakaran yang terjadi pada ruang bakar, tetapi diluar timing yang direncanakan.
15	Electrolyte	-	Adalah cairan (air keras) pengisi dalam baterai yang terdiri dari asam sulfat dan air aki.
16	Internal Combustion Engine	ICE	Motor bakar dengan pembakaran terjadi di dalam silinder.
17	Society of Automotive Engineer	SAE	Standar kekentalan minyak pelumas
18	Spark Ignition	SI	Motor bakar dengan pembakaran dipicu oleh busi.
19	Top Dead Center	TDC	Posisi piston terjauh dari

			poros engkol. Piston seakan berhenti pada waktu berbalik arah ke posisi terdekat dari poros engkol. Pembakaran tidak terjadi pada waktu posisi terjauh, melainkan beberapa saat sebelum TDC (bTDC). Bila sesudah posisi TDC disebut aTDC atau TMA
20	Direct Injection	DI	Bahan bakar diinjeksi langsung ke ruang bakar
21	Indirect Injection	IDI	Bahan bakar diinjeksi melalui chamber sebelum masuk ke ruang bakar
22	Octane rating		Jumlah bahan octane pada bahan bakar, dipakai sebagai ukuran Nilai Oktan. Semakin tinggi NO semakin tinggi temperatur bakar (knock-resistence)
23	Oil Injection		Sistem pelumasan dengan mesin, dimana minyak pelumas diinjeksikan kedalam mesin.

LAMPIRAN. C

LAMPIRAN

PERATURAN SERVIS

1. Pakailah sukadang dan pelumas asli Honda atau yang direkomendasikan oleh Honda. Sukadang yang tidak memenuhi spesifikasi rancangan Honda dapat mengakibatkan kerusakan pada sepeda motor.
2. Pakailah *special tools* yang telah dirancang untuk produk ini untuk menghindari kerusakan dan kesalahan pada pemasangan.
3. Hanya pergunakan perkakas metrik ketika menservis sepeda motor. Baut, mur dan sekrup metrik tidak dapat dipertukarkan dengan pengikat sistem Inggris.
4. Pasanglah gasket, O-ring, cotter pin, dan lock plates baru ketika perakitan kembali.
5. Ketika mengencangkan baut atau mur, mulailah dengan baut dengan diameter yang lebih besar atau baut di sebelah dalam dulu. Kemudian kencangkan dengan torsi pengencangan yang telah ditentukan secara bersilang dalam langkah-langkah peningkatan kecuali bila telah ditentukan urutan tertentu.
6. Bersihkan parts yang telah dilepaskan dalam cairan pelarut. Lumasi semua permukaan luncur sebelum perakitan kembali.
7. Setelah perakitan kembali, periksalah semua bagian terhadap pemasangan dan pengoperasian yang benar.
8. Tempatkan semua kabel listrik seperti diperlihatkan pada penempatan Kabel dan Harness (hal. 1-16).

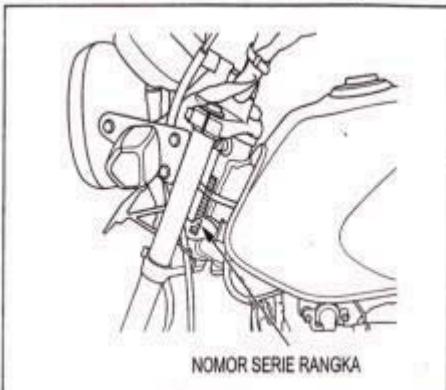
IDENTIFIKASI MODEL

Manual ini meliputi 2 tipe model HONDA MEGAPRO

- Tipe roda berjari-jari
- Tipe cast wheel

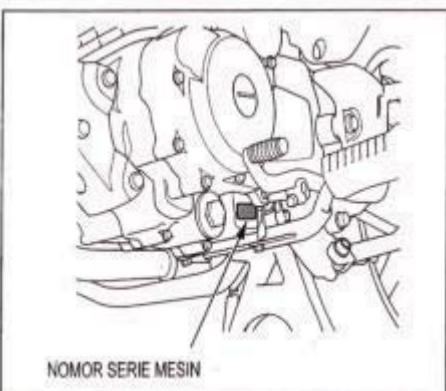


Nomor serie rangka dicetak pada sisi kiri dari *steering head* (kepala kemudi).



NOMOR SERIE RANGKA

Nomor serie mesin dicetak pada sisi kiri bawah dari crankcase (bak mesin).



NOMOR SERIE MESIN

Nomor identifikasi karburator dicetak pada sisi kanan dari badan karburator.



NOMOR IDENTIFIKASI KARBURATOR

SPESIFIKASI UMUM

	BAGIAN	SPESIFIKASI
DIMENSI	Panjang menyeluruh Lebar menyeluruh Tinggi menyeluruh Jarak sumbu roda Tinggi sadel Tinggi pijakan kaki Jarak terendah ke tanah Berat motor siap pakai	2.034 mm 754 mm 1.065 mm 1.281 mm 774 mm 305 mm 149 mm 126 kg
	Tipe Jari-jari Tipe Cast Wheel	127 kg
RANGKA	Jenis rangka Suspensi depan Jarak pergerakan poros depan Suspensi belakang Jarak pergerakan poros belakang Ukuran ban depan Ukuran ban belakang Rem depan Rem belakang Sudut caster Panjang trail Kapasitas tangki bahan bakar Kapasitas cadangan tangki	Tipe berlian Garpu teleskopik 119 mm Swing arm (lengan ayun) 74 mm 2.75 – 18 42P 3.00 – 18 47P Rem cakram tunggal hidraulik Mekanis, mendahului-mengikuti 28° 04' 102,0 mm 13,2 liter 2,5 liter
MESIN	Pengaturan silinder Diameter dan langkah Volume langkah Perbandingan kompresi Peralatan penggerak klep Klep masuk membuka pada peng- menutup angkatan Klep buang membuka 1 mm menutup] Sistem pelumasan Jenis pompa oli Sistem pendinginan Sarungan udara Berat kosong mesin	Silinder tunggal, miring 15° dari vertikal 63,5 x 49,5 mm 156,7 cm ³ 9,0 : 1 OHC digerakkan rantai 10° sebelum TMA 25° setelah TMB 30° sebelum TMB 0° setelah TMA Di bawah tekanan paksaan dengan bak oli basah Trochoid Pendinginan udara Busa polyurethane yang diminyaki 30,6 kg
KARBURATOR	Jenis karburator Diameter throttle	Piston Valve 22 mm
SISTEM PENGGERAK	Sistem kopeling Sistem pengoperasian kopeling Transmisi Reduksi primer Reduksi akhir Perbandingan gigi Gigi 1 Gigi 2 Gigi 3 Gigi 4 Gigi 5 Pola pengoperan gigi	Pelat majemuk, basah Tipe mekanis 5 kecepatan 3,333 (70/21) 3,285 (46/14) 2,766 (36/13) 1,722 (31/18) 1,263 (24/19) 1,000 (22/22) 0,838 (26/31) Sistem pengembalian digerakkan kaki kiri 1 – N – 2 – 3 – 4 – 5
KELISTRIKAN	Sistem pengapian Sistem starter Sistem pengisian Regulator/rectifier Sistem penerangan	DC – CDI Motor starter listrik dan kickstarter Alternator dengan output fase tunggal Fase tunggal/dibuka oleh SCR, pembetulan gelombang penuh Baterai

SPESIFIKASI SISTEM PELUMASAN

Satuan: mm

BAGIAN		STANDARD	BATAS SERVIS
Kapasitas oli mesin	Pada pengantian oli	0,9 liter	-
	Pada pembongkaran mesin	1,2 liter	-
Oli mesin yang dianjurkan		Federal Oil Superior Formulation atau yang sejenis dengan klasifikasi API service SE atau SF Viskositas: SAE 20W- 50	-
Rotor pompa oli	Jarak renggang pada ujung rotor	0,15	0,20
	Jarak renggang antara rotor dan rumah	0,15 – 0,21	0,35
	Jarak renggang ke samping rotor pompa	0,03 – 0,12	0,15

SPESIFIKASI SISTEM BAHAN BAKAR

BAGIAN		SPESIFIKASI
Nomor identifikasi karburator		PDD1G
Main jet		# 105
Slow jet		# 38 X # 38
Pembukaan awal/akhir pilot screw		Lihat halaman 5-21
Tinggi pelampung		14,0 mm
Putaran stasioner mesin		$1.400 \pm 100 \text{ menit}^{-1}$ (rpm)
Jarak main bebas putaran gas tangan		2,0 – 6,0 mm
Vakuum yang ditentukan untuk PAIR control valve		60,0 kPa (450 mmHg)

SPESIFIKASI KEPALA SILINDER/KLEP-KLEP

Satuan: mm

BAGIAN		STANDARD	BATAS SERVIS
Kompressi Silinder		1.275 kPa (13,0 kgf.cm ² , 184,9 psi) pada 1.000 menit ⁻¹ (rpm)	-
Valve.	Jarak renggang valve (klep)	MASUK/BUANG	0,10 ± 0,02
	D.L. valve stem valve guide	MASUK	5,450 – 5,465
		BUANG	5,430 – 5,445
	D.D. valve guide	MASUK/BUANG	5,475 – 5,485
	Jarak renggang stem-ke-guide	MASUK	0,010 – 0,035
		BUANG	0,030 – 0,055
Rocker arm	Lebar valve seat	MASUK/BUANG	1,1 – 1,3
	Panjang bebas valve spring	Inner	MASUK/BUANG
		Outer	39,2
			44,85
Camshaft	D.D. arm	MASUK/BUANG	12.000 – 12.018
	D.L. shaft	MASUK/BUANG	11.977 – 11.995
	Jarak renggang arm-ke-shaft	MASUK/BUANG	0,005 – 0,04 1
Perubahan bentuk melengkung cylinder head		-	0,10
Camshaft	Tinggi bumbungan cam	MASUK	30,891 – 31,131
		BUANG	30,649 – 30,889

SPESIFIKASI SILINDER PISTON

Satuan: mm

BAGIAN		STANDARD	BATAS SERVIS
Cylinder	Diameter Dalam.	63,500 – 63,510	63,60
	Kelonjongan	-	0,10
	Ketirusan	-	0,10
	Perubahan bentuk melengkung	-	0,10
Piston, piston pin, piston ring	Arah tanda piston	Tanda "IN" menghadap ke sisi pemasukan	-
	D.L. piston 11,5 mm dari bawah	63,47 – 63,49	63,40
	D.D. lubang piston pin	15,002 – 15,008	15,04
	D.L. piston pin	14,994 – 15,000	14,96
	Jarak renggang antara piston-ke-piston pin	0,002 – 0,014	0,07
	Celah pada ujung piston ring	Ring paling atas Ring kedua Ring oli (side rail)	0,20 – 0,35 0,35 – 0,50 0,20 – 0,70
	Jarak renggang antara piston ring dan alurnya	Ring paling atas Ring kedua	0,025 – 0,055 0,015 – 0,045
	Jarak renggang antara silinder dan piston	0,010 – 0,040	0,15
	Diameter dalam kepala kecil connecting rod	15,010 – 15,028	15,06
	Jarak renggang antara connecting rod-ke-piston pin	0,010 – 0,034	0,15

SPESIFIKASI KOPLING/PERALATAN PEMINDAH GIGI

Satuan: mm

BAGIAN		STANDARD	BATAS SERVIS
Jarak main bebas clutch lever (handel kopeling)		10 – 20	-
Clutch	Ketebalan disc (cakram)	Disc A	3,50 – 3,60
		Disc B	2,90 – 3,00
	Panjang bebas spring (pegas)	-	32,4
	Perubahan bentuk melengkung plate	-	0,20

SPESIFIKASI ALTERNATOR/STARTER CLUTCH

Satuan: mm

BAGIAN		STANDARD	BATAS SERVIS
Starter driven gear	D.L.	45,660 – 45,673	45,60
	D.D.	22,010 – 22,031	22,08
D.L. shaft bagian kiri crankshaft		22,000	21,91
Jarak renggang antara starter driven gear-ke-shaft bagian kiri crankshaft		0,010 – 0,031	0,23

SPESIFIKASI POROS ENGKOL/TRANSMISI/KICKSTARTER

Satuan: mm

BAGIAN		STANDARD	BATAS SERVIS
Crankshaft	Jarak renggang ke samping kepala besar connecting rod	0,05 – 0,30	0,50
	Jarak renggang radial kepala besar connecting rod	0 – 0,008	0,05
	Keolengan	-	0,02
Transmissi	D.D.Gear (roda gigi)	M3, C4	20,020 – 20,041
		M5, C2	23,020 – 23,041
		Starter gear	20,000 – 20,021
		C1, Idle gear	19,520 – 19,541
	D.L. Bushing	M5	22,984 – 23,005
		C2	22,979 – 23,000
		C1, Idle gear	19,479 – 19,500
	D.D. Bushing	M5, C2	20,000 – 20,021
		C1, Idle gear	16,516 – 16,534
Jarak renggang Gear ke Bushing	M5	0,015 – 0,057	0,10
	C1, C2, Idle gear	0,020 – 0,062	0,10
	D.L. Mainshaft	M3	19,959 – 19,980
		Starter gear	19,967 – 19,980
	D.L. Countershaft	C1, Idle gear	16,466 – 16,484
		C2	19,972 – 19,987
		C4	19,959 – 19,980
Jarak renggang Gear-ke-Shaft	M3, C4	0,040 – 0,082	0,10
	Starter gear	0,020 – 0,054	0,10
	Jarak renggang Bushing-ke-Shaft	C1, Idle gear	0,032 – 0,068
		C2	0,013 – 0,049
Shift fork	D.D.	12,000 – 12,018	12,05
	Ketebalan Claw	4,93 – 5,00	4,50
	D.L. Shaft	11,976 – 11,994	11,96
Kickstarter	D.D. Pinion gear	20,000 – 20,021	20,05
	D.L. Spindle	19,959 – 19,980	19,90

SPESIFIKASI SISTEM BATERAI

BAGIAN		SPESIFIKASI
Baterai	Kapasitas	12 V - 5 Ah
	Kebocoran arus listrik	Maksimum 0,1 mA
	Berat jenis (20°C)	Bermuatan listrik penuh
		1,270 - 1,290
	Voltase	Perlu diisi listrik kembali
		Di bawah 1,230
	Arus pengisian	Bermuatan listrik penuh
		Di atas 12,8 V
	Normal	Perlu diisi listrik kembali
		Di bawah 12,3 V
Alternator	Cepat	0,5 A / 15 - 20 jam
	Kapasitas	8 A / 1 jam
Tahanan kumparan pengisian (20°C)		0,10 kW / 5.000 menit ¹ (rpm)
		0,3 - 1,2 Ohm

SPESIFIKASI SISTEM PENGAPIAN

BAGIAN	SPESIFIKASI
Busi	DP8EA-9 (NGK), X24EP-U9 (DENSO)
Jarak renggang busi	0,80 - 0,90 mm
Voltase puncak kumparan primer pengapian	minimum 100 V
Voltase puncak ignition pulse generator	minimum 0,7 V
Waktu pengapian (tanda "F")	17° sebelum TMA pada putaran statiner

SPESIFIKASI SISTEM PENGAPIAN

Satuan: mm

BAGIAN	SPESIFIKASI	BATAS SERVIS
Panjang starter motor brush (sikat motor starter)	11,0	7,0

SPESIFIKASI LAMPU / METER / SAKELAR

Satuan: mm

BAGIAN	BATAS SERVIS
Bola lampu	Lampu besar (arah sinar jauh/dekat)
	Lampu rem/lampu belakang
	Lampu sein
	Lampu senja
	Lampu penerangan meter
	Lampu indikator lampu sein
	Lampu indikator sinar jauh
	Lampu indikator neutral
Sekering	Utama
	Tambahan
Tahanan sensor tinggi permukaan bahan bakar (20°C)	Penuh
	Kosong

KETERANGAN UMUM

NILAI TORSI STANDARD

JENIS PENGIKAT	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	JENIS PENGIKAT	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)
Baut dan mur 5 mm	5,2 (0,5; 3,8)	Sekrup 5 mm	4 (0,4; 3,1)
Baut dan mur 6 mm (termasuk baut flens SH)	10 (1,0; 7)	Sekrup 6 mm	9 (0,9; 6,6)
Baut dan mur 8 mm	22 (2,2; 16)	Baut flens 6 mm dan mur (termasuk NSHF)	12 (1,2; 9)
Baut dan mur 10 mm	34 (3,5; 25)	Baut flens 8 mm dan mur	27 (2,8; 20)
Baut dan mur 12 mm	54 (5,5; 40)	Baut flens 10 mm dan mur	39 (4,0; 29)

NILAI TORSI MESIN & RANGKA

- Spesifikasi torsi yang didaftar di bawah adalah untuk pengikat khusus.
- Pengikat yang lain harus dikencangkan dengan nilai torsi standard yang terdaftar di atas.

CATATAN:

- Oleskan *locking agent* (cat pengunci) pada ulir.
- Oleskan oli mesin pada ulir dan permukaan duduk.
- U-nut.
- UBS-nut.
- ALOC bolt: ganti dengan yang baru.

MESIN

PERAWATAN

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Spark plug (busi)	1	12	18 (1,8; 13)	
Oil strainer screen cap	1	36	15 (1,5; 11)	
Oil centrifugal filter cover screw	3	5	5 (0,5; 3,7)	
Valve adjusting lock nut	2	6	14 (1,4; 10)	
Valve adjusting hole cap	2	36	15 (1,5; 11)	
Timing hole cap	1	14	6 (0,6; 4,4)	
Crankshaft hole cap	1	30	8 (0,8; 5,9)	

SISTEM PELUMASAN

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Oil pump rotor cover screw	2	4	13,2 (0,3; 2,4)	
Oil pump gear cover bolt	2	5	5,2 (0,5; 3,8)	
Oil pump mounting screw	2	6	10 (1,0; 7)	
Oil centrifugal filter lock nut	1	16	83 (8,5; 61)	

SISTEM BAHAN BAKAR

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Carburetor drain screw	1	-	1,5 (0,2; 1,1)	
Slow jet	1	-	1,8 (0,2; 1,3)	
Needle jet holder	1	-	2,5 (0,3; 1,8)	
Main jet	1	-	2,1 (0,2; 1,5)	
Float chamber screw	3	4	2,1 (0,2; 1,5)	
Choke lever setting plate screw	1	5	3,4 (0,3; 2,5)	
Accelerator pump control cable stay screw	1	5	3,4 (0,3; 2,5)	
Accelerator diaphragm cover screw	3	4	2,1 (0,2; 1,5)	
Air cut-off valve mounting screw	2	4	2,1 (0,2; 1,5)	
PAIR check valve cover screw	2	4	2,1 (0,2; 1,5)	

CYLINDER HEAD/VALVES

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULIR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Cylinder head cover cap nut	4	8	27 (2,8; 20)	
Cylinder head cover bolt	4	6	10 (1,0; 7)	CATATAN 2
Cylinder head bolt	1	6	12 (1,2; 9)	
Cam sprocket bolt	2	6	12 (1,2; 9)	
Cam chain tensioner lifter sealing plug	1	6	4 (0,4; 3,0)	
Cam chain tensioner pivot bolt	1	8	10 (1,0; 7)	
Cam chain tensioner lifter bolt	2	6	12 (1,2; 9)	

CLUTCH/GEARSHIFT LINKAGE

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULIR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Clutch lifter plate bolt	4	6	12 (1,2; 9)	
Shift drum stopper arm bolt	1	6	12 (1,2; 9)	CATATAN 2
Clutch center lock nut	1	16	83 (8,5; 61)	
Kickstarter pedal pinch bolt	1	8	27 (2,8; 20)	

ALTERNATOR/STARTER CLUTCH

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULIR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Starter clutch socket bolt	3	6	16 (1,6; 12)	CATATAN 1
Flywheel bolt	1	10	74 (7,5; 55)	CATATAN 2
Ignition pulse generator mounting bolt	2	5	5 (0,5; 3,7)	CATATAN 1

CRANKCASE/TRANSMISSION/CRANKSHAFT/KICKSTARTER

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULIR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Kickstarter ratchet stopper bolt	1	12	34 (3,5; 25)	CATATAN 1
Mainshaft bearing set plate socket bolt	2	6	12 (1,2; 9)	

RANGKA

RANGKA/BODY PANELS/SYSTEM PEMBUANGAN GAS

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULIR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Exhaust pipe joint nut	2	7	20 (2,0; 15)	CATATAN 2
Footpeg bar mounting bolt	4	8	27 (2,8; 20)	
Gearshift pedal pinch bolt	1	6	12 (1,2; 9)	

PENURUNAN/PEMASANGAN MESIN

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULIR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Drive sprocket bolt	2	6	12 (1,2; 9)	
Upper engine hanger plate nut	3	8	26 (2,7; 19)	
Front engine hanger bracket nut	4	8	26 (2,7; 19)	
Rear upper/lower engine hanger nut	2	10	54 (5,5; 40)	

RODA DEPAN/REM/SUSPENSI/KEMUDI

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULIR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Handlebar holder bolt	4	6	12 (1,2; 9)	
Front brake disc bolt	4	8	42 (4,3; 31)	CATATAN 5
Front axle nut	1	12	59 (6,0; 44)	CATATAN 3
Front brake hub stud bolt (tipe roda dgn. jari-jari)	5	6	5,8 (0,6; 4,3)	CATATAN 1
Front brake hub nut (tipe roda dengan jari-jari)	5	6	14,7 (1,5; 11)	CATATAN 3
Front wheel spoke (tipe roda dengan jari-jari)	-	BC 2,9	3,2 (0,3; 2,4)	
Fork cap	2	27	23 (2,3; 17)	
Fork socket bolt	2	8	20 (2,0; 15)	CATATAN 1
Top bridge pinch bolt	2	8	23 (2,3; 17)	
Bottom bridge pinch bolt	2	8	32 (3,3; 24)	
Steering bearing adjusting nut	1	22	-	hal. 12-29
Steering stem nut	1	22	-	hal. 12-29

RODA BELAKANG/REM/SUSPENSI

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULIR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Driven sprocket nut	4	10	64 (6,5; 47)	CATATAN 4
Rear axle nut	1	14	59 (6,0; 44)	CATATAN 3
Rear wheel spoke (tipe roda dengan jari-jari)	-	BC 3,2	3,7 (0,4; 2,7)	
Rear brake arm nut	1	6	10 (1,0; 7)	CATATAN 3
Shock absorber upper mounting nut	2	10	34 (3,5; 25)	
Shock absorber lower mounting bolt	2	10	34 (3,5; 25)	
Swingarm pivot nut	1	12	59 (6,0; 44)	CATATAN 3

REM HIDRAULIK

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULIR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Caliper bleed valve	1	8	5,4 (0,6; 4,0)	
Master cylinder reservoir cap screw	2	4	1,5 (0,2; 1,1)	
Pad pin	2	10	17 (1,7; 13)	
Brake caliper mounting torx bolt	2	8	30 (3,1; 22)	CATATAN 5
Front brake light switch screw	1	4	1,2 (0,1; 0,9)	
Brake lever pivot bolt	1	6	1,0 (0,1; 0,7)	
Brake lever pivot nut	1	6	5,9 (0,6; 4,4)	
Caliper pin bolt	1	8	17 (1,7; 13)	
Caliper pin nut	1	8	23 (2,3; 17)	CATATAN
Brake hose oil bolt	2	10	34 (3,5; 25)	

BATERAI/SISTEM PENGISIAN

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULIR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Battery holder bolt	2	6	1,8 (0,2; 1,3)	

LAMPU /METER / SAKELAR

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULIR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Ignition switch mounting socket bolt	2	8	24 (2,4; 18)	

LAIN-LAIN

BAGIAN	JUMLAH	DIAMETER ULIR (mm)	TORSI N.m (kgf.m; lbf.ft)	CATATAN
Clutch lever pivot nut	1	6	5,9 (0,6; 4,4)	
Clutch lever pivot bolt	1	6	1,0 (0,1; 0,7)	
Side stand pivot lock nut	1	10	45 (4,6; 33)	CATATAN 3

TITIK-TITIK PELUMASAN & PERAPATAN

MESIN

MATERIAL	LOKASI	CATATAN
Oli mesin	Bidang luncur jalan aliran oli Ular clutch center lock nut dan permukaan duduknya Ular cylinder head cap nut dan permukaan duduknya Seluruh permukaan piston dan piston rings Bantalan kepala besar crankshaft connecting rod Ular flywheel bolt dan permukaan duduknya Ular oil centrifugal filter lock nut dan permukaan duduknya Oil pump rotors Ular valve adjusting lock nut dan permukaan duduknya Seluruh permukaan starter reduction gear shaft Seluruh permukaan starter idle gear shaft Permukaan gelinding starter clutch Seluruh permukaan cam chain Ular cam sprocket bolt Crankshaft (bidang kontak permukaan dalam starter driven gear) Permukaan clutch disc Seluruh permukaan countershaft assembly Seluruh permukaan mainshaft assembly Masing-masing O-ring Masing-masing bantalan peluru dan bantalan jarum Masing-masing bilir oil seal	
Oil molybdenum disul-fide (campuran dari $\frac{1}{2}$ oli mesin dan $\frac{1}{2}$ gemuk molybdenum disulfide)	Seluruh permukaan piston pin Bubungan cam dan bantalan Permukaan luar masing-masing valve stem Seluruh permukaan rocker arm shaft C1 collar, M5, seluruh permukaan C2 bush M3, M5, C1, C2, C4, starter idle gear, permukaan dalam starter gear Permukaan dalam kickstarter pinion gear	
Locking agent (zat pengunci)	Ignition pulse generator mounting bolt Ular mainshaft bearing set plate bolt Starter clutch socket bolt	
Liquid sealant (zat perapat cair) (Three bond #1141, 1215 atau sejenisnya)	Bidang penyatuan crankcase dengan cylinder gasket Permukaan penyatuan cylinder head cover (sisi cover) Alternator wire grommet	Lihat hal. 8-4 Lihat hal. 7-10 Lihat hal. 10-9
Bersihkan dari gemuk	Permukaan penyatuan flywheel dengan crankshaft	

KETERANGAN UMUM

RANGKA

MATERIAL	LOKASI	CATATAN
Multi-purpose grease (gemuk kegunaan-majemuk) untuk tekanan besar sekali (dianjurkan: EXCE-LIGHT EP2 yg dibuat oleh KYODO YUSHI, Japan, atau Shell ALVANIA EP2 atau sejenisnya)	Steering bearing races dan steel balls Steering stem dust seal dan bibir oil seal	minimum 3,0 g
Multi-purpose grease (gemuk kegunaan majemuk)	Bibir dust seal roda depan Bibir dust seal roda belakang Gigi speedometer gear Permukaan dalam speedometer gear Speedometer pinion shaft Bagian dalam selubung speedometer cable Rear brake cam dan permukaan shaft Bidang luncur rear brake panel anchor pin Bidang luncur swingarm pivot shaft Bidang luncur side stand pivot Bidang luncur center stand pivot shaft Bidang luncur throttle pipe Permukaan luncur clutch lever pivot bolt Bagian dalam selubung tachometer cable Bidang berputar dari masing-masing bantalan	3,0 g 0,5 – 1,0 g 0,5 – 1,0 g (Jangan berikan gemuk pada permukaan sepatu rem) 0,5 – 1,0 g (Jangan berikan gemuk pada permukaan sepatu rem)
Gear oil (oli transmisi) (IDE-MITSU AUTOLUB 30 atau MECHANIC 44 atau sejenisnya)	Seluruh permukaan rear brake cam felt seal	
Gear oil (SAE #80 – 90) Oli mesin	Drive chain Air cleaner element	14 – 16 g
Minyak rem DOT 3 atau DOT 4	Brake master piston cups Permukaan luncur brake master piston Bibir brake caliper piston seal Permukaan luncur brake caliper piston	
Silicon grease	Bagian dalam throttle cable Bagian dalam boot dari throttle cable Bagian dalam clutch cable Permukaan luncur brake lever pivot bolt Permukaan kontak brake lever-ke-master piston Bagian dalam brake caliper pin boot	0,1 g 0,1 g 0,1 g 0,4 g
Fork fluid	Bagian luncur dari bagian dalam fork Bibir fork oil seal dan bibir dust seal	
Honda Bond A atau sejenisnya	Permukaan dalam handlebar grip	
Locking agent (zat pengunci)	Permukaan ulir caliper pin nut Fork socket bolt	

ISBN 978-979-060-143-7
ISBN 978-979-060-145-1

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp. 14.498,00