

MENGGUNAKAN ALAT-ALAT UKUR

BAB I

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Modul Menggunakan Alat-Alat Ukur ini membahas tentang beberapa hal penting yang perlu diketahui agar peserta diklat dapat menggunakan dan memelihara alat ukur dengan prosedur yang benar. Cakupan materi yang akan dipelajari dalam modul ini meliputi : (a) kegiatan belajar 1 membahas tentang menggunakan alat-alat ukur mekanik. (b) kegiatan belajar 2 membahas tentang menggunakan alat-alat ukur elektrik/elektronik.

B. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari secara keseluruhan materi kegiatan belajar dalam modul ini peserta diklat diharapkan :

1. Mampu mengidentifikasi jenis-jenis alat ukur mekanik.
2. Mampu menafsirkan hasil pengukuran pada alat ukur mekanik.
3. Mampu mengidentifikasi jenis-jenis alat ukur elektrik/elektronik.
4. Mampu menafsirkan hasil pengukuran pada alat ukur elektrik/elektronik.

C. Kompetensi

1. Standar kompetensi : Menggunakan Alat-Alat Ukur
2. Kompetensi Dasar :
 1. Menggunakan Alat-Alat Ukur Mekanik
 2. Menggunakan Alat-Alat Ukur elektrik/Elektronik.

BAB II PEMBELAJARAN

A. Kegiatan Pembelajaran

1. Kegiatan Belajar 1 : Menggunakan Alat-Alat Ukur Mekanik

Tujuan Kegiatan Belajar 1

Setelah mempelajari secara keseluruhan materi kegiatan belajar dalam modul ini peserta diklat diharapkan :

- 1) Mampu mengidentifikasi jenis-jenis alat ukur mekanik
- 2) Mampu menafsirkan hasil pengukuran pada alat ukur mekanik

Uraian Materi

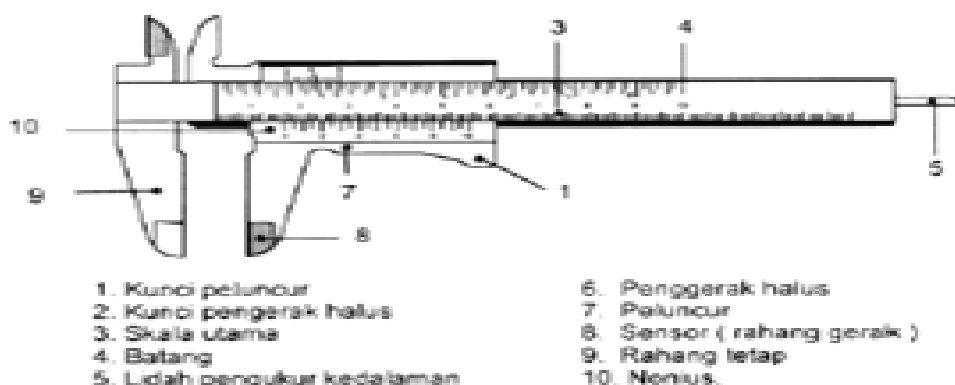
Sebagian besar pengukuran dalam bidang otomotif adalah menyangkut pengukuran linier atau pengukuran panjang (jarak). Diameter poros, diameter silinder, tinggi nok, kedalaman alur ring piston merupakan contoh dari dimensi panjang (linier). Untuk itu perlu dipelajari bagaimana cara mengukurnya dan alat-alat ukur apa saja yang dapat digunakan untuk mengukurnya. Berdasarkan cara mengukurnya maka dapat dibedakan dua jenis pengukuran yaitu pengukuran langsung dan pengukuran linier tak langsung. Demikian juga dengan peralatan ukurnya, ada alat ukur linier langsung dan alat ukur linier tak langsung.

Pengukuran langsung adalah pengukuran yang hasil pengukurannya dapat langsung dibaca pada skala ukur dari alat ukur yang digunakan. Dengan demikian alat ukur yang digunakan adalah alat ukur yang mempunyai skala yang bisa langsung dibaca skalanya. Alat ukur linier langsung yang banyak digunakan dalam bidang otomotif antara lain : Mistar Geser dan Mikrometer.

Alat Ukur Linier Langsung

1) Mistar geser

Alat ukur ini dalam praktik sehari-hari mempunyai banyak sebutan antara lain: mistar geser, jangka sorong, mistar insut, sketmat, sigmat, atau vernier caliper. Pada gambar 1 dapat dilihat salah satu contoh bentuk mistar geser lengkap dengan nama-nama bagiannya.



Pada batang mistar geser terdapat skala utama (*main scale*) atau skala tetap yang cara pembacaannya seperti meteran biasa. Pada ujung yang satu dilengkapi dengan dua rahang ukur yaitu rahang ukur tetap dan rahang ukur gerak sedang ujung yang

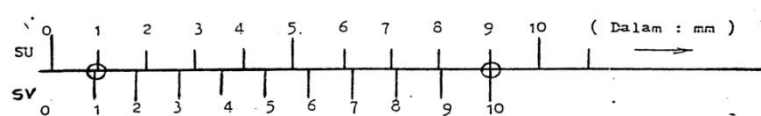
lain dilengkapi dengan ekor. Dengan demikian mistar geser dapat digunakan untuk mengukur dimensi luar, dimensi dalam, kedalaman benda ukur. Disamping skala utama, pada mistar geser juga dilengkapi dengan skala vernier (*vernier scale*) atau skala nonius.

a) Tingkat ketelitian mistar geser

Mistar geser (*Vernier caliver*) digunakan untuk mengukur diameter luar, diameter dalam dan mengukur kedalaman dengan ketelitiannya dalam satuan Metris adalah 0,1 mm, 0,05 mm dan 0,02mm. Sedangkan untuk satuan British adalah 1/128 inci, 1/256 inci, dan 1/1000 inci

(1) Mistar geser dengan tingkat ketelitian 0,1 mm

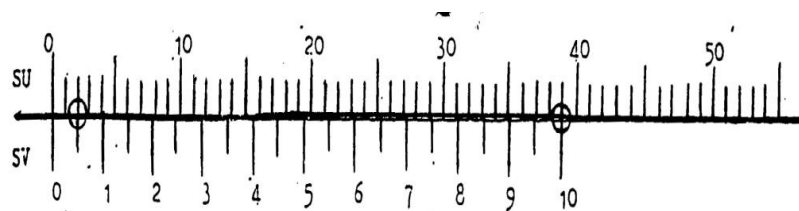
Mistar geser dengan tingkat ketelitian 0,1 mm mempunyai selisih antara x dan n sebesar 0,1 mm. Besarnya $x = 1$ mm, sedangkan n dapat dicari dengan rumus : $n = \text{panjang skala utama (SU)} \div \text{jumlah strip pada skala nonius atau skala vernier (SV)}$. Mistar geser dengan ketelitian 0,1 mm mempunyai jumlah strip pada skala nonius sebanyak 10 strip (divisi).



Gambar 2. Mistar geser dengan ketelitian 0,1 mm

(2) Mistar geser dengan tingkat ketelitian 0,05 mm

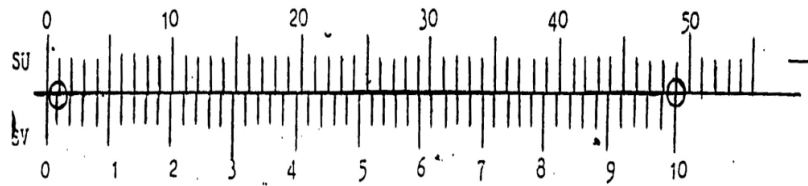
Mistar geser dengan tingkat ketelitian 0,05 mm berarti mempunyai selisih antara x dan n adalah 0,1 mm. Besarnya $x = 1$ mm, sedangkan n dapat dicari dengan rumus : $n = \text{panjang skala utama} \div \text{jumlah strip pada skala nonius}$. Mistar geser dengan ketelitian 0,05 mm mempunyai jumlah strip pada skala nonius sebanyak 20 strip (divisi).



Gambar 3. Mistar geser dengan ketelitian 0,05 mm

(3) Mistar geser dengan tingkat ketelitian 0,02 mm

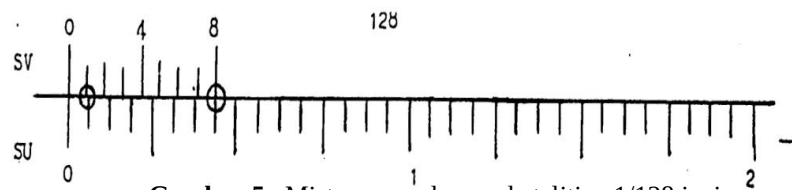
Mistar geser dengan tingkat ketelitian 0,02 mm berarti mempunyai selisih antara x dan n adalah 0,02 mm. Besarnya $x = 1$ mm, sedangkan n dapat dicari dengan rumus : $n = \text{panjang skala utama} \div \text{jumlah strip pada skala nonius}$. Mistar geser dengan ketelitian 0,02 mm mempunyai jumlah strip pada skala nonius sebanyak 50 strip (divisi).



Gambar 4. Mistar geser dengan ketelitian 0,02 mm

(4) Mistar geser dengan tingkat ketelitian 1/128 inci

Pada mistar geser dengan tingkat ketelitian 1/128 inci, skala utamanya setiap 1 inci dibagi menjadi 16 bagian, berarti satu bagian skala utama (x) nilainya sama dengan 1/16 inci. Pada skala noniusnya dibagi dalam 8 bagian. Mistar geser dengan tingkat ketelitian 1/128 inci mempunyai selisih antara x dan n sebesar 1/128 inci.



Gambar 5. Mistar geser dengan ketelitian 1/128 inci

(5) Mistar geser dengan tingkat ketelitian 0,001 inci

Pada mistar geser dengan tingkat ketelitian 1/1000 inci atau 0,001 inci, skala utamanya setiap 1 inci dibagi menjadi 40 bagian, berarti satu bagian skala utama (x) nilainya sama dengan 1/40 inci atau 0,025 inci. Pada skala nonius atau skala vernier dibagi dalam 25 bagian. Mistar geser dengan tingkat ketelitian 0,001 inci mempunyai selisih antara x dan n sebesar 0,001 inci.

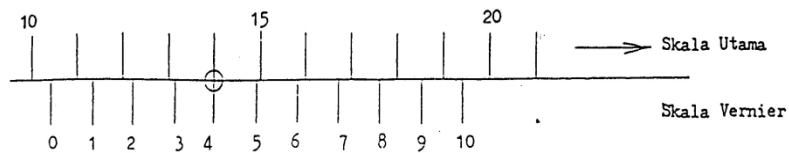


Gambar 6. Mistar geser dengan ketelitian 0,001 inci

b) Cara membaca skala pengukuran pada mistar geser

Mistar geser yang banyak beredar pada umumnya mempunyai dua sistem satuan yaitu sistem metrik dan sistem inci. Sistem metrik terdapat pada bagian bawah, sedang sistem inci terletak pada bagian atas. Masing-masing sistem mempunyai dua skala, yaitu skala utama dan skala nonius atau skala vernier. Skala utama terdapat pada badan mistar geser atau pada skala tetap, sedang skala nonius terdapat pada rahang geser. Pedoman umum membaca skala pengukuran pada mistar geser yaitu : (a) Lihat angka nol skala nonius ada dimana, (b) Cari garis yang lurus antara skala utama dengan skala nonius.

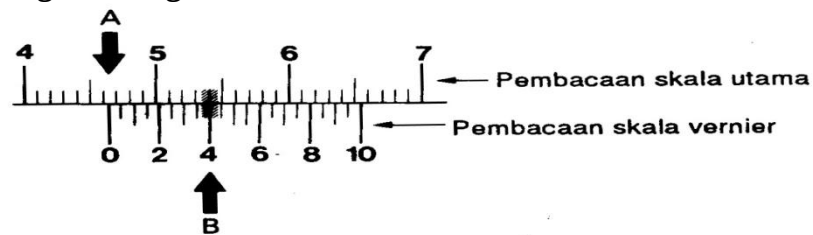
(1) Mistar geser dengan ketelitian 0,1 mm



Gambar 7. Mistar geser dengan ketelitian 0,1 mm

Pembacaan : pada skala utama : = 10 mm
pada skala vernier : $4 \times 0,05 = 0,40 \text{ mm}$
----- +
10,40 mm

(2) Mistar geser dengan ketelitian 0,05 mm



Gambar 8. Mistar geser dengan ketelitian 0,05 mm

Pembacaan : pada skala utama : = 46 mm
pada skala vernier : $8 \times 0,05 = 0,40 \text{ mm}$
----- +
46,40 mm

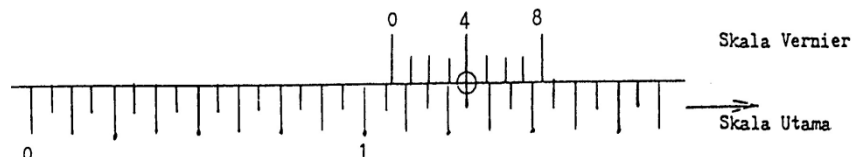
(3) Mistar geser dengan ketelitian 0,02 mm



Gambar 9. Mistar geser dengan ketelitian 0,02 mm

Pembacaan : pada skala utama : = 10 mm
pada skala vernier : $20 \times 0,02 = 0,40 \text{ mm}$
----- +
10,40 mm

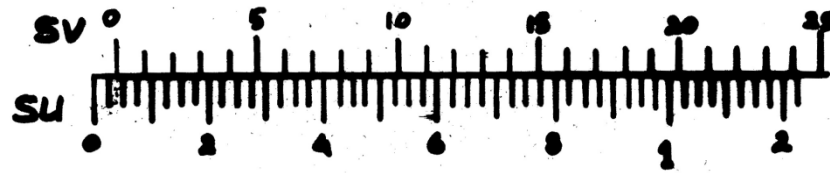
(4) Mistar geser dengan ketelitian 1/128 inci



Gambar 10. Mistar geser dengan ketelitian 1/128 inci

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Pembacaan : pada skala utama} & : 1 \frac{1}{16} & = 88/128 \text{ inci} \\
 \text{pada skala vernier} & : 4 \times 1/128 & = 4/128 \text{ inci} \\
 & \text{-----} + & \\
 & & 92/128 \text{ inci}
 \end{array}$$

(5) Mistar geser dengan ketelitian 0,001 inci



Gambar 11. Mistar geser dengan ketelitian 0,001 inci

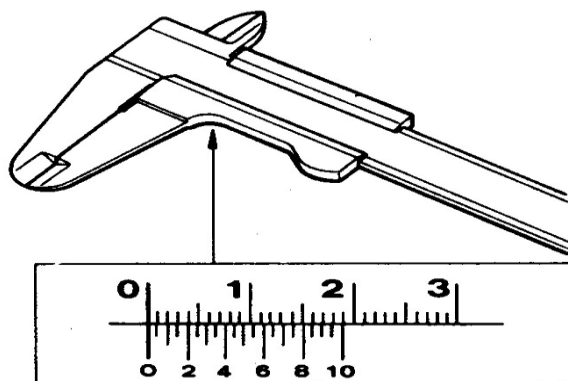
$$\begin{array}{rcl}
 \text{Pembacaan : pada skala utama} & : & = 0,025 \text{ inci} \\
 \text{pada skala vernier} & : 13 \times 0,001 & = 0,013 \text{ inci} \\
 & \text{-----} + & \\
 & & 0,038 \text{ inci}
 \end{array}$$

c) Cara menggunakan mistar geser.

Hasil pengukuran benda ukur dengan menggunakan mistar geser sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : faktor si pengukur, benda yang diukur, pengaruh lingkungan, dan cara menggunakan alat ukur. Oleh karena itu prosedur penggunaannya perlu dijelaskan agar tidak terjadi kesalahan hasil pengukuran.

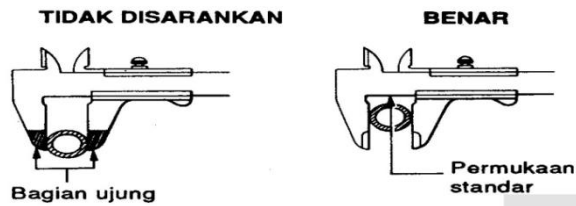
Adapun cara penggunaan mistar geser antara lain sebagai berikut :

- (1) Bersihkan benda yang akan diukur dan alat ukur
- (2) Periksa bahwa skala vernier bergerak dengan bebas, dan angka nol pada kedua skala bertemu dengan tepat.



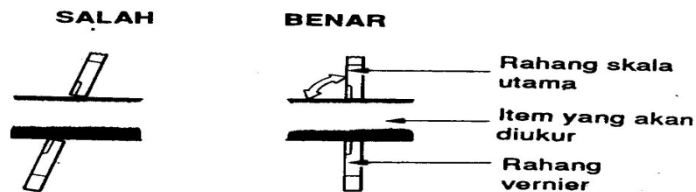
Gambar 12. Pemeriksaan angka nol pada mistar geser

- (3) Pada waktu melakukan pengukuran, usahakan benda yang diukur sedekat mungkin dengan skala utama. Pengukuran di ujung rahang mistar geser menghasilkan pembacaan yang kurang akurat.



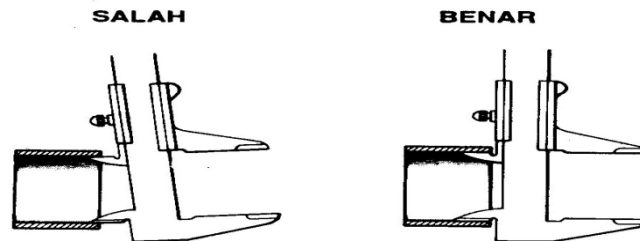
Gambar 13. Pengukuran dimensi luar

- (4) Tempatkan mistar geser tegak lurus dengan benda yang diukur
 (a) Pengukuran diameter luar



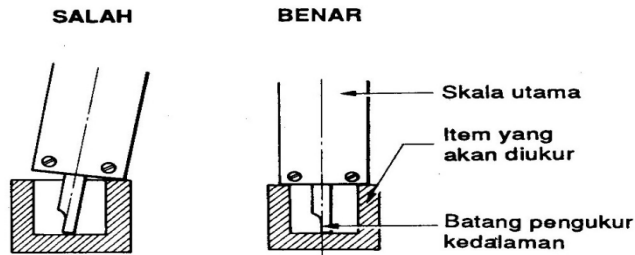
Gambar 14. Pengukuran dimensi luar

- (b) Pengukuran diameter dalam



Gambar 15. Pengukuran dimensi dalam

- (c) Pengukuran kedalaman



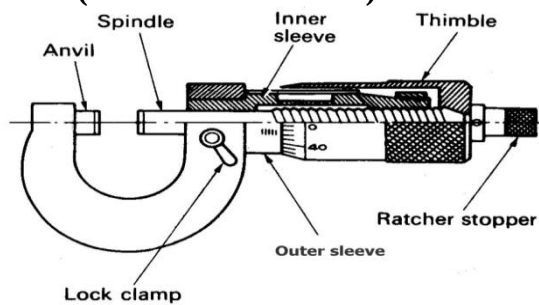
Gambar 16. Pengukuran kedalaman

2) Mikrometer

Mikrometer merupakan alat ukur linier langsung dengan tingkat ketelitian yang lebih tinggi hingga mencapai 0,001 mm. Tingkat ketelitian mikrometer dalam satuan metris yaitu : 0,01, 0,005, 0,002 dan 0,001 mm, serta dalam satuan british adalah 0,001 inci dan 0,0001 inci. Ada 3 macam mikrometer yaitu : mikrometer dalam, mikrometer luar, dan mikrometer kedalaman. Mikrometer dalam berfungsi untuk mengukur dimensi dalam, misalnya diameter silinder; mikrometer luar untuk mengukur dimensi luar, misalnya tinggi nok, diameter batang katup, dan mikrometer kedalaman untuk mengukur kedalaman, misal kedalaman paku keling pada kampas kopling.

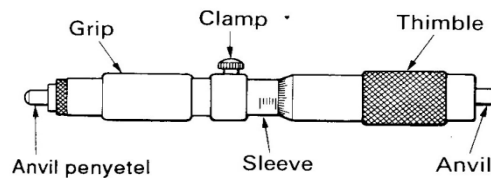
a) Macam-macam Mikrometer

(1) Mikrometer luar (Outside Micrometer)



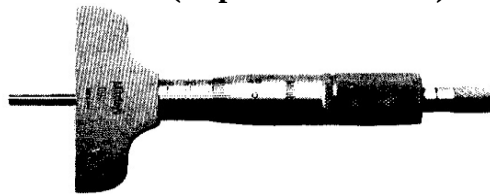
Gambar 17. Mikrometer luar

(2) Mikrometer dalam (Inside Micrometer)



Gambar 18. Mikrometer dalam

(3) Mikrometer kedalaman (Depth Micrometer)

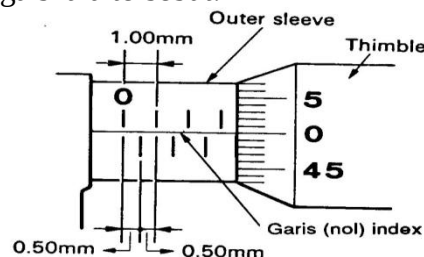


Gambar 19. Mikrometer kedalaman

b) Cara membaca skala pengukuran pada Mikrometer

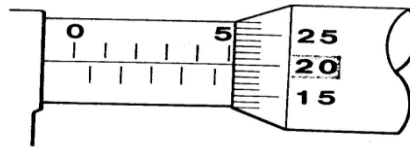
(1) Mikrometer luar dengan tingkat ketelitian 0,01 mm

Jarak tiap strip diatas garis horisontal pada *outer sleeve* adalah 1 mm, dan jarak tiap strip di bawah garis adalah 0,5 mm. Pada skala *thimble* tiap strip nilainya 0,01 mm. Hasil pengukuran pada mikrometer adalah jumlah pembacaan ketiga skala tersebut.



Gambar 20. Mikrometer luar dengan ketelitian 0,01 mm

Contoh :

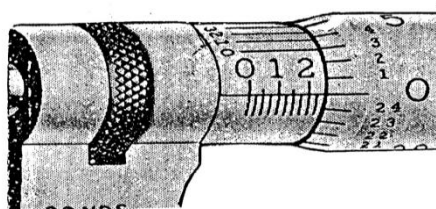


Gambar 21. Mikrometer luar dengan ketelitian 0,01 mm

Pembacaan skala di atas garis	: 5,00 mm
Pembacaan skala di bawah garis	: 0,00 mm
Pembacaan pada skala thimble	: 0,20 mm
Pembacaan akhir	= 5,20 mm

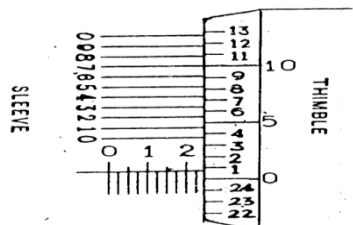
(2) Micrometer luar dengan tingkat ketelitian 0,001 mm

Jarak tiap strip diatas garis horisontal pada *outer sleeve* adalah 1 mm, dan jarak tiap strip di bawah garis adalah 0,25 mm. Pada skala *thimble* tiap strip nilainya 0,01 mm dan pada skala vernier 0,001 mm. Hasil pengukuran pada mikrometer adalah jumlah pembacaan ketiga skala tersebut.



Gambar 22. Mikrometer luar dengan ketelitian 0,001 mm

Contoh :



Gambar 23. Mikrometer luar dengan ketelitian 0,001 mm

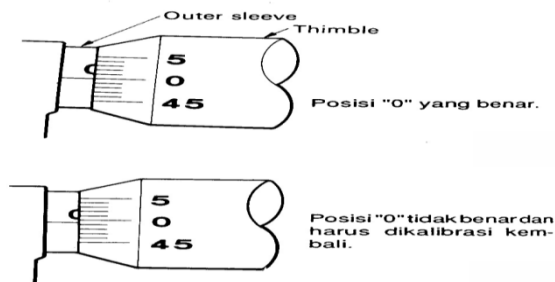
Pembacaan : Pada skala utama	: 2,50 mm
Pada skala thimble	: 0,00 mm
Pada skala sleeve	: 0,007 mm
----- +	
Jumlah	: 2,507 mm

c) Memeriksa tanda “ 0 “

Sebelum dipakai, mikrometer harus diperiksa dulu apakah garis nol pada skala *thimble* segaris dengan garis horisontal pada *outer sleeve*. Prosedur pemeriksaan tanda “ 0 “ adalah sebagai berikut :

- (1) Bersihkan anvil dan spindle dengan kain bersih.
- (2) Putar ratchet stopper sampai anvil dan spindle bersentuhan
- (3) Putar ratchet stopper 2 atau 3 kali sampai diperoleh penekanan yang cukup.
- (4) Kunci spindle pada posisi ini dengan lock clamp

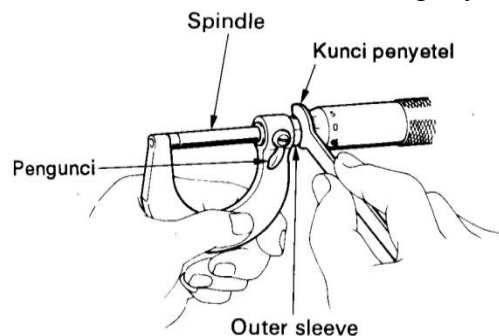
- (5) Periksa apakah garis “ 0 “ pada skala thimble segaris dengan garis horisontal pada outer sleeve.



Gambar 24. Pemeriksaan angka nol pada mikrometer

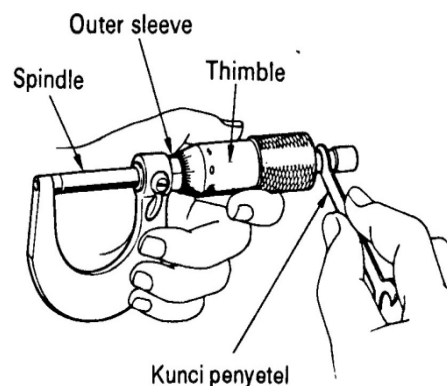
d) Menyetel titik “ 0 “

- (1) Apabila kesalahannya kurang dari 0,02 mm :
 - (a) Kuncilah spindle dengan lock clamp
 - (b) Putar outer sleeve dengan kunci penyetel sampai tanda “0“ pada *thimble* lurus dengan garis horisontal pada *outer sleeve*.
 - (c) Periksa kembali tanda “0“ setelah penyetelan



Gambar 25. Penyetelan garis nol

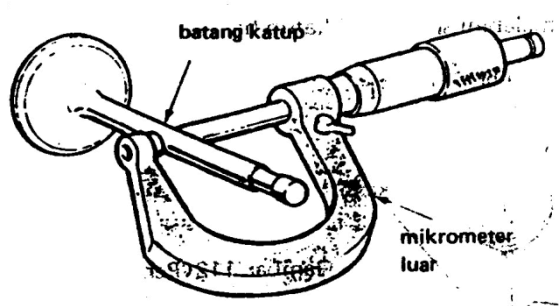
- (2) Apabila kesalahannya lebih dari 0,02 mm :
 - (a) Kuncilah spindle dengan lock clamp
 - (b) Kendorkan ratchet stoper sampai thimble bebas.
 - (c) Luruskan tanda “ O “ thimble dengan garis pada outer sleeve dan kencangkan kembali dengan ratchet stoper.
 - (d) Periksa kembali tanda “ O “ setelah selesai penyetelan.



Gambar 26. Penyetelan garis nol

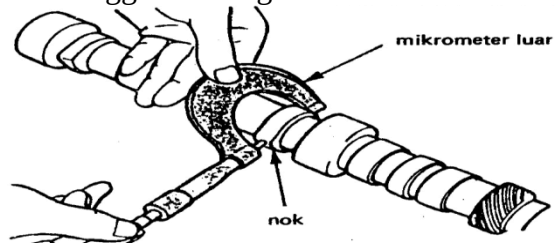
e) **Contoh penggunaan micrometer dalam bidang otomotif**

(1) Pengukuran diameter batang katup dengan mikrometer luar



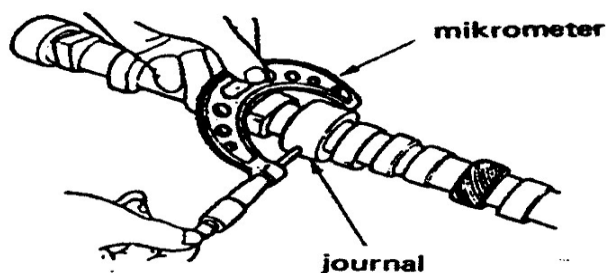
Gambar 27. Pengukuran diameter

(2) Pengukuran tinggi nok dengan mikrometer luar



Gambar 28. Pengukuran tinggi nok

(3) Pengukuran diameter jurnal dengan mikrometer luar



Gambar 29. Pengukuran diameter journal

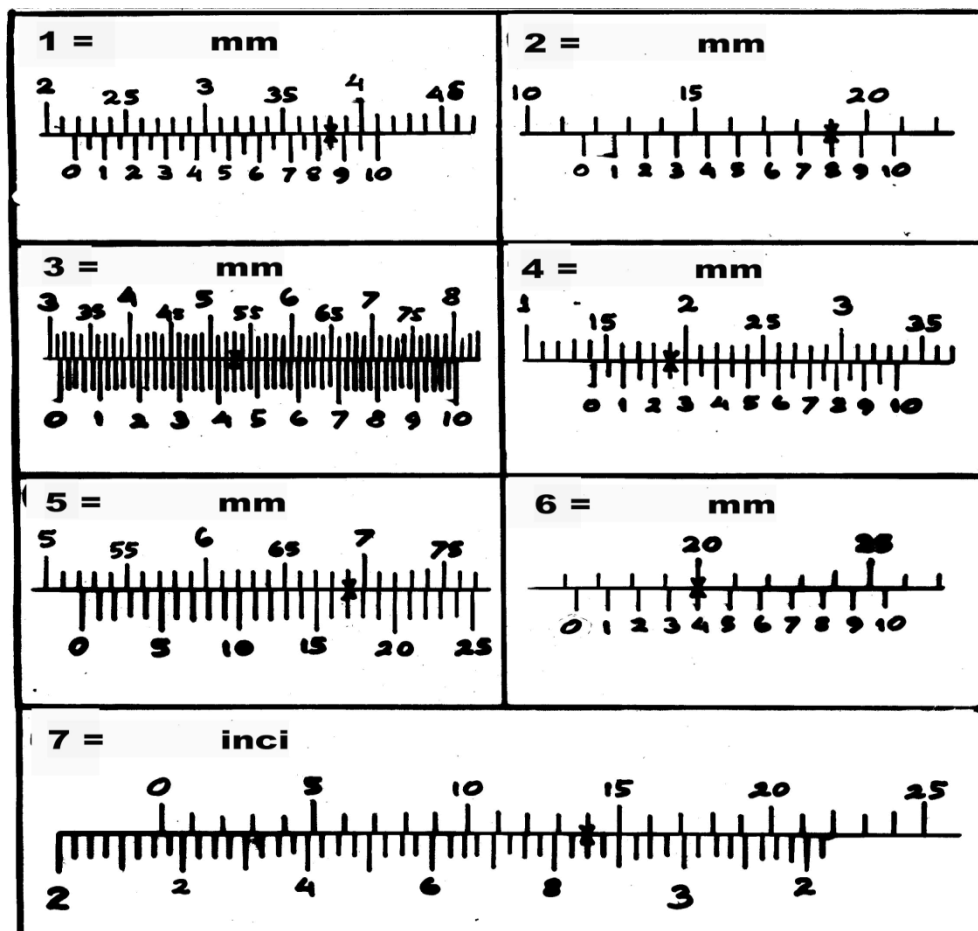
B. Tugas 1

- a. Buatlah skala pengukuran mistar geser dengan satuan metrik dan inci pada plastik transparan untuk berbagai tingkat ketelitian.

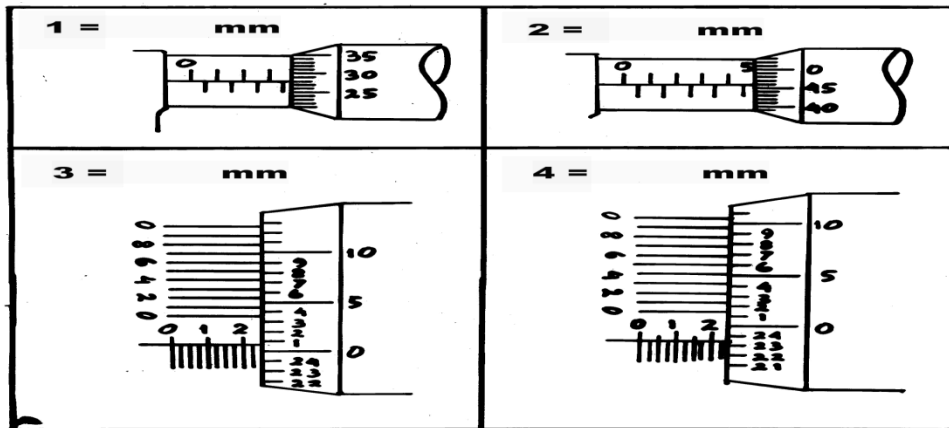
- b. Buatlah skala pengukuran mikrometer luar dan mikrometer kedalaman baik dalam satuan metrik maupun inci pada plastik transparan untuk berbagai tingkat ketelitian.

C. Tes Formatif 1

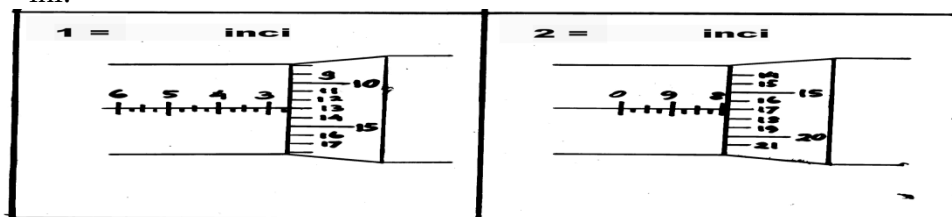
1. Bagaimana cara menggunakan mistar geser agar diperoleh hasil pengukuran yang akurat ?
2. Bagaimana prosedur menset nol mikrometer, apabila selisih antara tanda nol pada *thimble* dan garis horisontal pada skala *sleeve* :
 - (a) Kurang dari 0,02 mm
 - (b) Lebih dari 0,02 mm
3. Tulislah hasil pembacaan skala pengukuran pada mistar geser berikut ini :



4. Tulislah hasil pembacaan skala pengukuran pada mikrometer luar berikut ini.

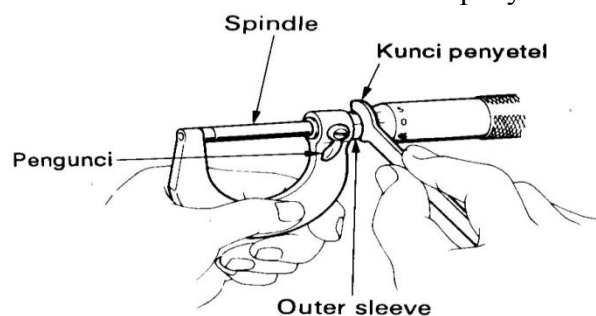


5. Tulislah hasil pembacaan skala pengukuran pada mikrometer kedalam berikut ini.

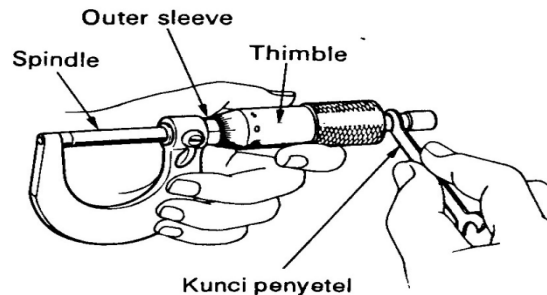


D. Kunci Jawaban Tes Formatif 1

- 1) Cara menggunakan mistar geser agar diperoleh hasil pengukuran yang akurat adalah sebagai berikut :
 - a. Bersihkan benda yang akan diukur dan alat ukur
 - b. Periksa bahwa skala vernier bergerak dengan bebas, dan angka nol pada kedua skala bertemu dengan tepat.
 - c. Pada waktu melakukan pengukuran, usahakan benda yang diukur sedekat mungkin dengan skala utama. Pengukuran di ujung rahang mistar geser menghasilkan pembacaan yang kurang akurat.
 - d. Tempatkan mistar geser tegak lurus dengan benda yang diukur
- 2) Prosedur menset nol mikrometer, apabila selisih antara tanda nol pada *thimble* dan garis horisontal pada skala *sleeve* :
 - a) Apabila kesalahannya kurang dari 0,02 mm :
 - (1) Kuncilah spindle dengan lock clamp
 - (2) Putar outer sleeve dengan kunci penyetel sampai tanda "0" pada *thimble* lurus dengan garis horisontal pada *outer sleeve*.
 - (3) Periksa kembali tanda "0" setelah selesai penyetelan.



- b) Apabila kesalahannya lebih dari 0,02 mm :
- (1) Kuncilah spindle dengan lock clamp
 - (2) Kendorkan ratchet stoper sampai thimble bebas.
 - (3) Luruskan tanda “0” thimble dengan garis pada outer sleeve dan kencangkan kembali dengan ratchet stoper.
 - (4) Periksa kembali tanda “0” setelah selesai penyetelan.



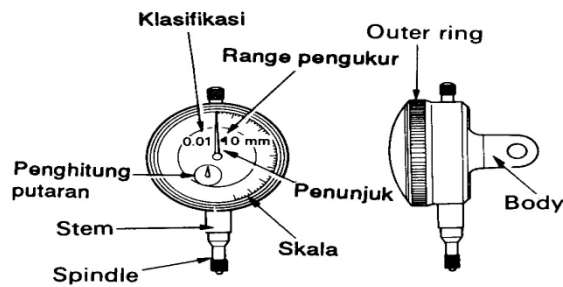
- 3) Hasil pembacaan skala pengukuran pada mistar geser :
- a. = 21,85 mm
 - b. = 11,80 mm
 - c. = 31,44 mm
 - d. = 14,25 mm
 - e. = 52,68 mm
 - f. = 16,40 mm
 - g. = 2,164 inci
- 4) Hasil pembacaan skala pengukuran pada micrometer luar :
- a. = 3,78 mm
 - b. = 4,96 mm
 - c. = 2,506 mm
 - d. = 2,485 mm
- 5) Hasil pembacaan skala pengukuran pada micrometer kedalaman :
- a. = 0,263 inci
 - b. = 0,792 inci

Alat Ukur Linier Tak Langsung

Untuk melakukan pengukuran linier tak langsung ada dua jenis alat ukur yang biasa digunakan yaitu alat ukur standar dan alat ukur pembanding. Alat ukur standar antara lain : blok ukur, batang ukur, dan kaliber induk tinggi, sedang yang termasuk alat ukur pembanding yaitu : *dial indikator*, *bore gage*, *caliper gage*, *telescoping gage*, *small hole gage*.

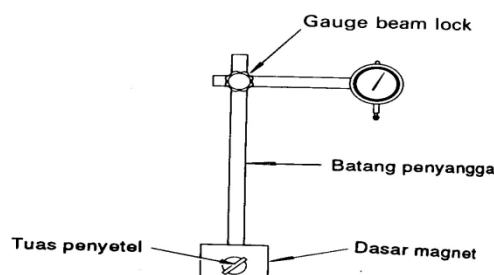
1) Dial Indikator

Dial indikator atau dial gage digunakan untuk mengukur kebengkokan, *run out*, kekocakan, *end play*, *back lash*, kerataan, dan sebagainya. Didalam dial indikator terdapat mekanisme yang dapat memperbesar gerakan yang kecil. Pada saat *spindle* bergerak sepanjang permukaan yang diukur, gerakan tersebut diperbesar oleh mekanisme pembesar dan selanjutnya ditunjukkan oleh jarum penunjuk.



Gambar 30. Dial Indikator

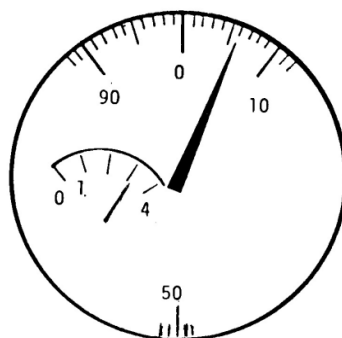
Tingkat ketelitian dan kemampuan pengukuran dial indikator ditunjukkan pada panel depan. Sebagai contoh apabila pada panel depan tertulis 0,01 – 40 mm, berarti tingkat ketelitian dial indikator tersebut adalah 0,01 mm dan kemampuan untuk mengukur maksimal 40 mm. Pada panel depan terdapat jarum panjang dan jarum pendek yang berfungsi sebagai penghitung putaran. Apabila jarum panjang berputar satu kali, maka jarum pendek bergerak satu strip, artinya kalau jarum pendek menunjuk angka 1 berarti jarum panjang telah berputar satu kali putaran penuh. Pada dial indikator juga terdapat *outer ring* yang dapat berputar. Apabila *outer ring* diputar, maka skala pengukuran yang terdapat pada panel depan juga akan ikut berputar sehingga angka nol pada skala pengukuran dapat lurus dengan jarum panjang. Hal tersebut diperlukan pada saat menset nol sebelum melakukan pengukuran.



Gambar 31. Dial indikator lengkap dengan penyangga

a) Cara membaca skala pengukuran pada Dial Indikator

Untuk mengetahui hasil pengukuran, dapat ditentukan dengan melihat posisi jarum panjang dan jarum pendek. Sebagai contoh dapat dilihat gambar berikut ini.



Gambar 32. Skala pengukuran dial indikator

Posisi jarum panjang sedang menunjukkan garis ke 6, berarti hasil pembacaannya adalah $6 \times 0,01 = 0,06$ mm. Sementara jarum pendek sedang menunjuk garis ke 3,

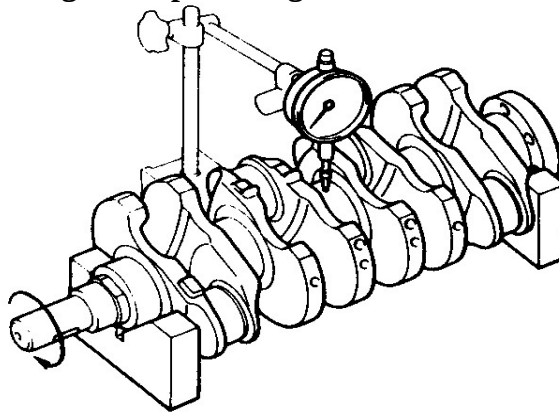
artinya jarum panjang telah berputar 3 kali. Dengan demikian hasil pengukuran tersebut adalah $3 + 0,06 = 3,06 \text{ mm}$.

b) Prosedur penggunaan dial indikator

- (1) Posisi *spindle* dial indikator harus tegak lurus dengan permukaan yang diukur.
- (2) Garis imajinasi dari mata si pengukur ke jarum penunjuk harus tegak lurus pada permukaan dial indikator pada saat sedang membaca hasil pengukuran
- (3) Dial indikator harus dipasang dengan teliti pada batang penyangganya, artinya dial indikator tidak boleh goyang.
- (4) Putarlah *outer ring* dan stel pada posisi nol. Gerakkan *spindle* ke atas dan ke bawah, kemudian periksalah bahwa jarum penunjuk selalu kembali ke posisi nol setelah *spindle* dibebaskan.
- (5) Usahakan dial indicator tidak sampai terjatuh, karena terdapat mekanisme pengubah yang sangat presisi.
- (6) Jangan memberi oli atau *grease* diantara *spindle* dan tangkainya, karena akan menghambat gerakan *spindle*.

c) Contoh penggunaan dial indikator

(1) Pengukuran kebengkokan poros engkol.

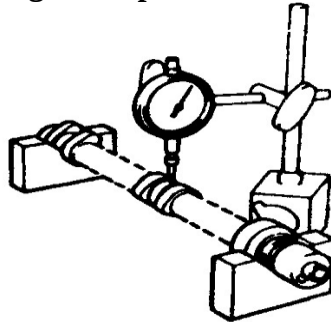


Gambar 33. Pengukuran kebengkokan poros engkol

Prosedur pengukuran kebengkokan poros engkol :

- (a) Tempatkan ujung poros engkol pada blok V
- (b) Pasang dial indikator di tengah-tengah poros engkol, usahakan dial indikator tidak bersinggungan dengan pipi engkol.
- (c) Usahakan *spindle* bersinggungan dengan poros engkol, kemudian set nol jarum penunjuk dial indikator.
- (d) Putar poros engkol satu kali putaran sambil melihat penyimpangan jarum penunjuk ke kanan dan ke kiri. Besarnya penyimpangan jarum pada posisi paling kiri sampai posisi paling kanan adalah merupakan *run out*.

(2) Pengukuran kebengkokan poros nok.

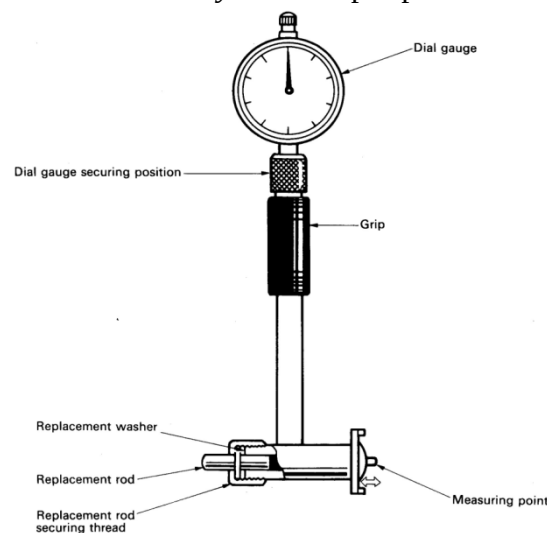


Gambar 34. Pengukuran kebengkokan poros nok

Prosedur pengukuran kebengkokan poros nok sama dengan pengukuran kebengkokan poros engkol. Demikian juga untuk poros-poros lain, misalnya seperti *push rod*, poros *propeller*, poros transmisi, dan sebagainya.

2) Bore Gage atau Cylinder Gage

Bore gage adalah merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur diameter silinder. Pada bagian atas terdapat *dial gage* dan pada bagian bawah terdapat *measuring point* yang dapat bergerak bebas. Pada sisi lainnya terdapat *replacement rod* yang panjangnya bervariasi tergantung keperluan. Dalam satu set, terdapat bermacam-macam ukuran *replacement rod* dengan panjang tertentu. Disamping itu juga terdapat *replacement washer* yang tebalnya mulai dari 1 – 3 mm. *Replacement securing thread* adalah semacam mur pengikat yang fungsinya untuk mengunci agar *replacement rod* dan *washernya* tidak lepas pada saat *bore gage* digunakan.



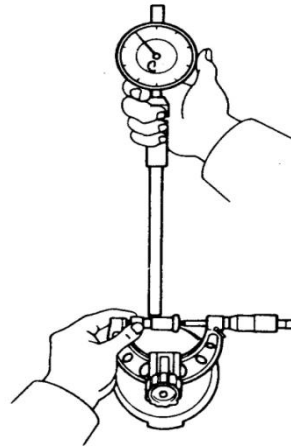
Gambar 35. Bore gage

Pengukuran diameter silinder dengan *bore gage* memerlukan alat ukur lain yaitu mistar geser dan mikrometer. Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk mengukur diameter silinder.

Cara I :

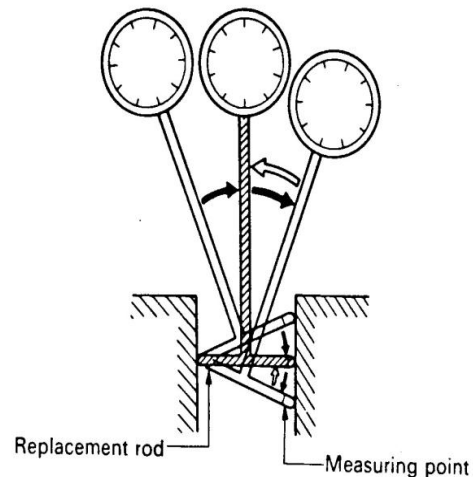
- Ukurlah diameter silinder dengan mistar geser, misal diperoleh hasil pengukuran : 75,40 mm.

- b) Pilih replacement rod yang panjangnya lebih besar dari hasil pengukuran tersebut, misal 76 mm.
- c) Pasang replacement rod pada bore gage.
- d) Ukur panjang *replacement rod* dengan mikrometer luar seperti pada gambar 36 di samping dan usahakan jarum *dial gage* tidak bergerak, misal diperoleh hasil pengukuran = 76,20 mm.



Gambar 36. Pengukuran panjang replacement rod

- e) Masukkan *replacement rod* ke dalam lubang (silinder), goyangkan tangkai *bore gage* ke kanan dan ke kiri seperti pada gambar 37 sampai diperoleh penyimpangan terbesar (posisi tegak lurus)



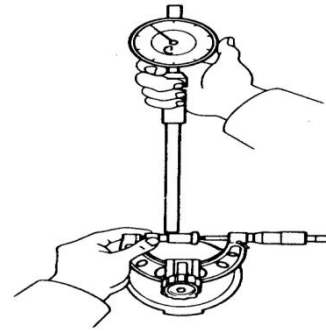
Gambar 37. Posisi bore gage

- f) Baca besarnya penyimpangan yang ditunjukkan dial gage, misal diperoleh 0,13 mm.
- g) Besarnya diameter silinder adalah selisih antara hasil pengukuran panjang *replacement rod* dengan besarnya penyimpangan jarum *bore gage*.
Jadi diameter silinder = $76,20 - 0,13 = 76,07$ mm.

Cara II :

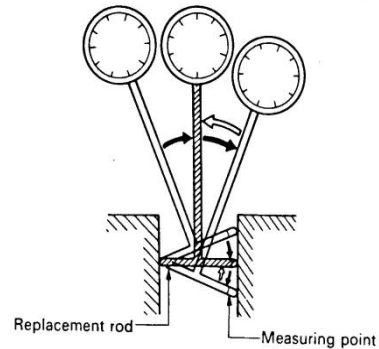
- a) Ukurlah diameter silinder dengan mistar geser, misal diperoleh hasil pengukuran : 75,40 mm.
- b) Pilih *replacement rod* yang panjangnya lebih besar dari hasil pengukuran tersebut, misal 76 mm.
- c) Pasang *replacement rod* pada *bore gage*.

- d) Set mikrometer luar pada 76 mm, kemudian tempatkan *replacement rod* antara *anvil* dan *spindle* mikrometer
- e) Set jarum *dial gage* pada posisi nol dengan cara memutar *outer ring*



Gambar 38. Seting bore gage

- f) Masukkan *replacement rod* ke dalam lubang (silinder), goyangkan tangkai bore gage ke kanan dan ke kiri sampai diperoleh penyimpangan terbesar (posisi tegak lurus)



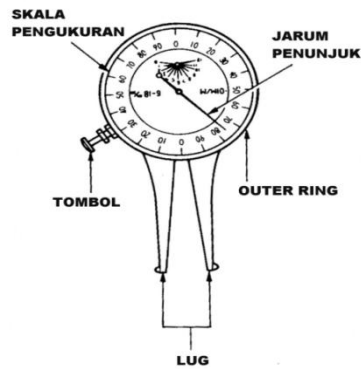
Gambar 39. Posisi bore gage

- g) Baca besarnya penyimpangan yang ditunjukkan dial gage.
- h) Apabila penyimpangan jarum dial gage :
 - (1) Di sebelah kanan nol: $\text{Øsilinder} = 76 - \text{penyimpangan}$
 - (2) Di sebelah kiri nol : $\text{Øsilinder} = 76 + \text{penyimpangan}$

3) Caliper Gage

Caliper gage adalah merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur diameter dengan ukuran kecil, misalnya diameter lubang laluan katup, diameter dalam *rocker arm* dan sebagainya.

Pada bagian atas *caliper gage* terdapat *dial gage* dan pada bagian bawah terdapat kaki (*lug*) yang dapat bergerak bebas. Fungsi tombol yang terdapat pada *dial gage* untuk menggerakkan kaki-kaki. Apabila tombol ditekan, maka kaki-kaki tersebut akan saling berhimpitan (menyempit). Untuk menset nol dapat dilakukan dengan memutar *outer ring* sehingga jarum penunjuk bertepatan dengan angka nol pada skala pengukuran.



Gambar 40. Caliper gage

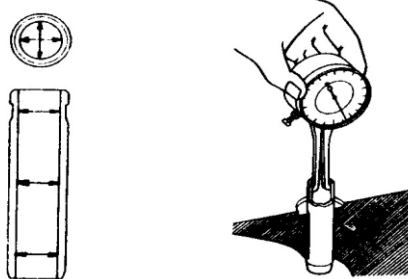
a) Prosedur penggunaan Caliper Gage

Pengukuran komponen mesin dengan *caliper gage* memerlukan alat ukur lain yaitu mistar geser dan mikrometer. Adapun prosedur pengukuran diameter dalam dengan *caliper gage* dapat dilakukan sebagai berikut:

- (1) Ukur diameter dalam dengan mistar geser, misal diperoleh hasil pengukurannya = 8,40 mm
- (2) Set mikrometer luar mendekati hasil pengukuran dengan mistar geser, misal : 8,50 mm
- (3) Tempatkan kaki-kaki caliper diantara *anvil* dan *spindle* mikrometer luar
- (4) Gerakkan caliper sampai diperoleh penunjukan jarum maksimal (posisi tegak lurus).
- (5) Putar *outer ring* sampai angka nol pada skala pengukuran lurus dengan jarum penunjuk.
- (6) Tekan tombol caliper, kemudian masukkan kaki-kaki caliper ke dalam lubang dan bebaskan tombol.
- (7) Gerakkan caliper sampai diperoleh penunjukan maksimal.
- (8) Baca penunjukan jarum penunjuk pada caliper gage. Apabila hasil pembacaan = 0,07 mm, maka diameter dalam lubang tersebut adalah = $8,50 - 0,07 = 8,43$ mm

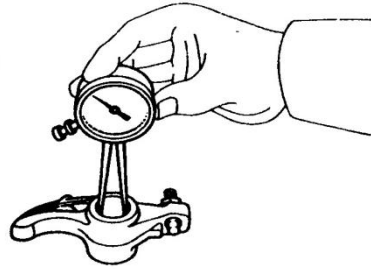
b) Contoh penggunaan Caliper Gage dalam bidang otomotif

- (1) Pengukuran diameter dalam lubang laluan katup



Gambar 41. Pengukuran diameter lubang laluan katup

(2) Pengukuran diameter dalam *rocker arm*



Gambar 42. Pengukuran diameter dalam *rocker arm*

4) Telescoping gage

Telescoping gage atau pengukur T merupakan alat ukur pembanding yang biasa digunakan untuk mengukur diameter dalam komponen yang agak ke dalam. Hal tersebut dimungkinkan karena alat ukur ini mempunyai batang ukur yang cukup panjang. Poros ukur atau sensornya dapat bergerak memanjang sendiri karena adanya pegas didalamnya. Pada batang pengukur dilengkapi dengan pengunci yang dihubungkan dengan poros ukur sehingga dengan pengunci tersebut, poros ukur dapat dimatikan gerakannya.

Alat ukur ini biasanya terdiri atas satu set yang berisi beberapa pengukur T yang masing-masing mempunyai kapasitas pengukuran yang berbeda (lihat gambar 43). Pada batang ukurnya biasanya sudah dicantumkan kapasitas pengukurannya, misalnya 10 – 25 mm. Ini berarti ukuran terkecil yang dapat diukur adalah 10 mm dan ukuran maksimumnya 25 mm.



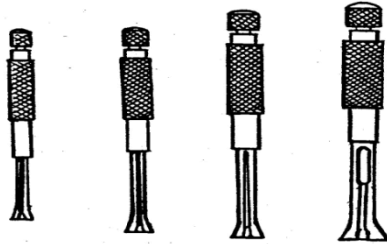
Gambar 43. Telescoping gage

Prosedur penggunaan *Telescoping gage* adalah sebagai berikut :

- Pilihlah *telescoping gage* dengan kapasitas ukur tertentu sesuai dengan range dari komponen yang akan diukur.
- Masukkan *telescoping gage* ke dalam lubang dan kendorkan penguncinya sehingga poros ukur benar-benar menyentuh bidang yang diukur.
- Kuncilah gerakan poros ukur dengan cara memutar pengunci ke kanan sehingga poros ukur tidak dapat bergerak lagi.
- Keluarkan *telescoping gage* yang sudah terkunci tersebut dari lubangnya.
- Ukurlah panjang poros ukur dengan mikrometer luar. Besarnya diameter lubang sama dengan angka yang ditunjukkan pada mikrometer.

5) Small hole gage

Seringkali komponen mesin tidak dapat diukur karena diameternya terlalu kecil. Untuk keperluan tersebut dapat digunakan small hole gage. Seperti halnya *telescoping gage*, alat ukur tersebut dalam satu set terdiri atas beberapa ukuran.

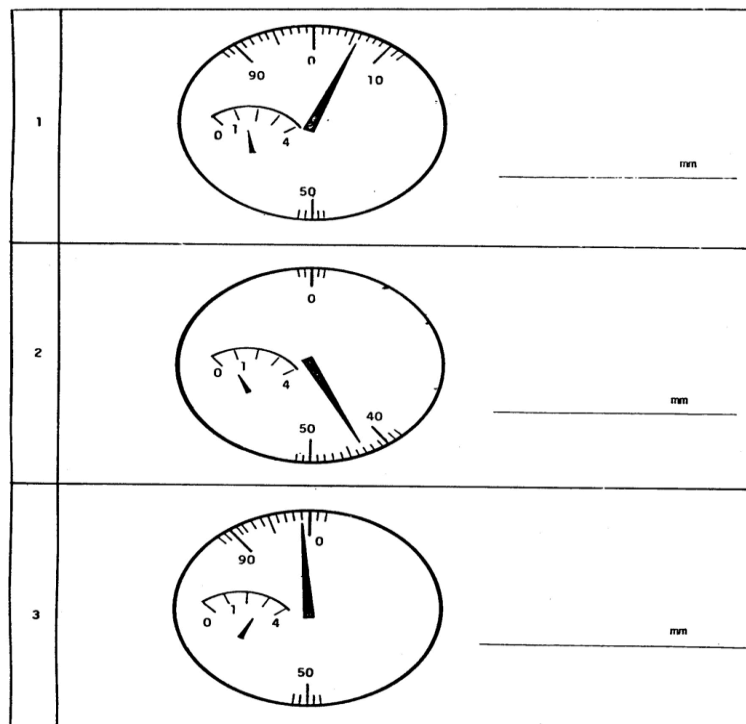


Gambar 44. Small hole gage

Konstruksi *small hole gage* dapat dilihat pada gambar 44. Pada ujung yang satu merupakan ujung ukur atau sensor, sedang ujung yang lain adalah penyetel yang fungsinya untuk melebarkan atau mengecilkan ujung ukur. Prosedur penggunaan *small hole gage* sama dengan *telescoping gage*.

E. Tes Formatif 2

1. Ada dua cara pengukuran diameter silinder dengan menggunakan bore gage atau silinder gage. Jelaskan salah satu cara pengukuran diameter silinder tersebut.
2. Jelaskan bagaimana cara pengukuran diameter lubang laluan katup dengan menggunakan caliper gage.
3. Jelaskan bagaimana prosedur pengukuran kebengkokan poros engkol dengan menggunakan dial indicator.
4. Jelaskan bagaimana pengukuran diameter dalam dengan *telescoping gage*.
5. Tulislah hasil pembacaan skala pengukuran pada dial gage berikut ini.



F. Kunci Jawaban Tes Formatif 2

1. Prosedur pengukuran diameter silinder dengan menggunakan bore gage adalah sebagai berikut :
 - a) Ukurlah diameter silinder dengan mistar geser, misal diperoleh hasil pengukuran : 75,40 mm.
 - b) Pilih replacement rod yang panjangnya lebih besar dari hasil pengukuran tersebut, misal 76 mm.
 - c) Pasang replacement rod pada bore gage.
 - d) Ukur panjang *replacement rod* dgn mikrometer luar dan usahakan jarum *dial gage* tidak bergerak, misal diperoleh hasil pengukuran = 76,20 mm.
 - e) Masukkan *replacement rod* ke dalam lubang (silinder), goyangkan tangkai bore gage ke kanan dan ke kiri sampai diperoleh penyimpangan terbesar (posisi tegak lurus).
 - f) Baca besarnya penyimpangan yang ditunjukkan dial gage, misal diperoleh 0,13 mm.
 - g) Besarnya diameter silinder adalah selisih antara hasil pengukuran panjang *replacement rod* dengan besarnya penyimpangan jarum *bore gage*.
Jadi diameter silinder = $76,20 - 0,13 = 76,07$ mm.
2. Cara pengukuran diameter lubang laluan katup dengan menggunakan caliper gage adalah sebagai berikut :
 - a) Ukur diameter dalam dengan mistar geser, misal diperoleh hasil pengukurannya = 8,40 mm
 - b) Set mikrometer luar mendekati hasil pengukuran dengan mistar geser, misal : 8,50 mm
 - c) Tempatkan kaki-kaki caliper diantara *anvil* dan *spindle* mikrometer luar
 - d) Gerakkan caliper sampai diperoleh penunjukan jarum maksimal (posisi tegak lurus).
 - e) Putar *outer ring* sampai angka nol pada skala pengukuran lurus dengan jarum penunjuk.
 - f) Tekan tombol caliper, kemudian masukkan kaki-kaki caliper ke dalam lubang dan bebaskan tombol.
 - g) Gerakkan caliper sampai diperoleh penunjukkan maksimal.
 - h) Baca penunjukkan jarum penunjuk pada caliper gage. Apabila hasil pembacaan = 0,07 mm, maka diameter dalam lubang tersebut adalah = $8,50 - 0,07 = 8,43$ mm
3. Prosedur pengukuran kebengkokan poros engkol dengan dial indicator adalah sebagai berikut :
 - a) Tempatkan ujung poros engkol pada blok V
 - b) Pasang dial indikator di tengah-tengah poros engkol, usahakan dial indikator tidak bersinggungan dengan pipi engkol.
 - c) Usahakan *spindle* bersinggungan dengan poros engkol, kemudian set nol jarum penunjuk dial indikator.
 - d) Putar poros engkol satu kali putaran sambil melihat penyimpangan jarum penunjuk ke kanan dan ke kiri. Besarnya penyimpangan jarum pada posisi paling kiri sampai posisi paling kanan adalah merupakan *run out*.

4. Prosedur pengukuran diameter dalam dengan telescoping gage adalah sebagai berikut :
 - a. Pilihlah *telescoping gage* dengan kapasitas ukur tertentu sesuai dengan range dari komponen yang akan diukur.
 - b. Masukkan *telescoping gage* ke dalam lubang dan kendorkan penguncinya sehingga poros ukur benar-benar menyentuh bidang yang diukur.
 - c. Kuncilah gerakan poros ukur dengan cara memutar pengunci ke kanan sehingga poros ukur tidak dapat bergerak lagi.
 - d. Keluarkan *telescoping gage* yang sudah terkunci tersebut dari lubangnya.
 - e. Ukurlah panjang poros ukur dengan mikrometer luar. Besarnya diameter lubang sama dengan angka yang ditunjukkan pada mikrometer.
5. Hasil pembacaan skala pengukuran pada dial gage adalah :
 - a. = 1,06 mm
 - b. = 0,43 mm
 - c. = 2,99 mm

2. Kegiatan Belajar 2: Menggunakan Alat-alat Ukur Elektrik/Elektronik

Tujuan Kegiatan Belajar 2

Setelah mempelajari secara keseluruhan materi kegiatan belajar dalam modul ini peserta diklat diharapkan :

- 1) Mampu mengidentifikasi jenis-jenis alat ukur elektrik/elektronik
- 2) Mampu menafsirkan hasil pengukuran pada alat ukur elektrik/elektronik

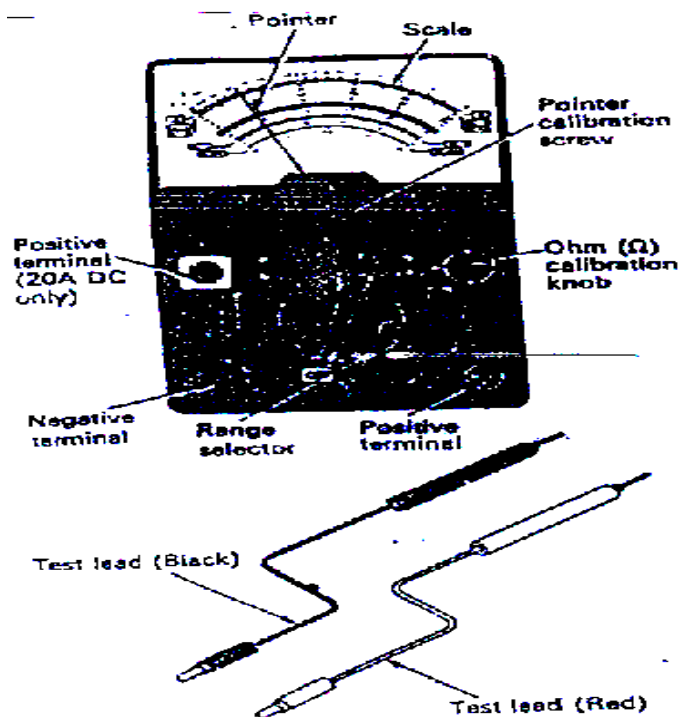
Uraian Materi

1) Multi Tester (Volt, Ohm dan Ampere Meter)

Fungsi dan Konstruksi

Multi tester adalah alat pengetes kelistrikan. Penggunaannya untuk mengukur tegangan DC dan AC, tahanan dan arus DC dan AC. Multi tester dibagi menjadi dua yaitu tipe digital dan tipe analog.

Penunjuk berikut ini adalah untuk tester model analog (tipe jarum).

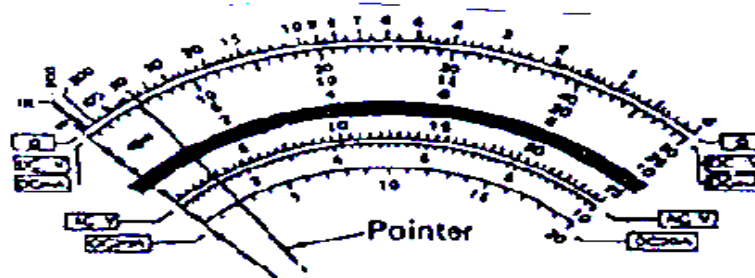


Gambar 45. Multi Tester

a) Metoda Pengukuran

Pemeriksaan dan penyetelan skala nol

Sebelum menggunakan multi tester, anda harus memastikan bahwa jarum penunjuk ada di bagian garis ujung sebelah kiri pada skala. Apabila tidak, putarkan pointer calibration screw dengan obeng sampai jarum penunjuk berada tepat pada ujung garis kiri.



(1) Mengukur Tegangan DC

Daerah pengukuran tegangan adalah 0-500 volt.

Hubungkan test lead warna merah ke terminal positif dan test lead warna hitam ke terminal negatif tester.

Posisikan range selector pada salah satu daerah DCV dengan pilihan:

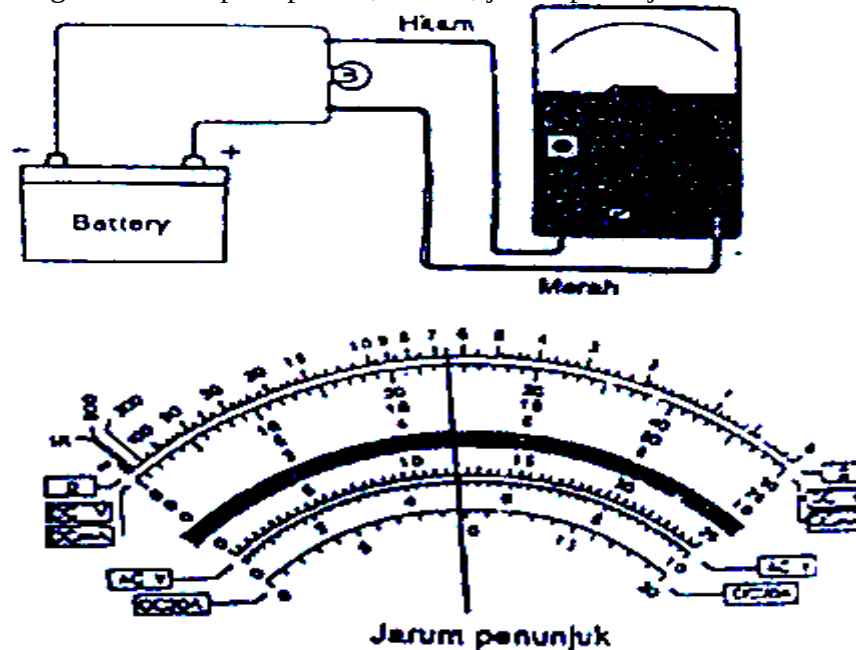
Range Selector	Voltage yang Dapat Diukur (V)
2,5	0 - 2,5
10	2,5 - 10

25	10 - 25
50	25 - 50
500	50 - 500

Kemudian hubungkan test lead warna merah dengan terminal positif dari sumber arus dan test lead warna hitam dengan terminal negatif dari sumber arus, dengan kata lain multi tester dihubungkan parallel dengan rangkaian.

Contoh:

Range selector dipilih pada 2,5 DCV, jarum penunjuk akan terbaca 12 V.



(2) Mengukur Tegangan AC

Daerah pengukuran tegangan adalah 0-1000 Volt.

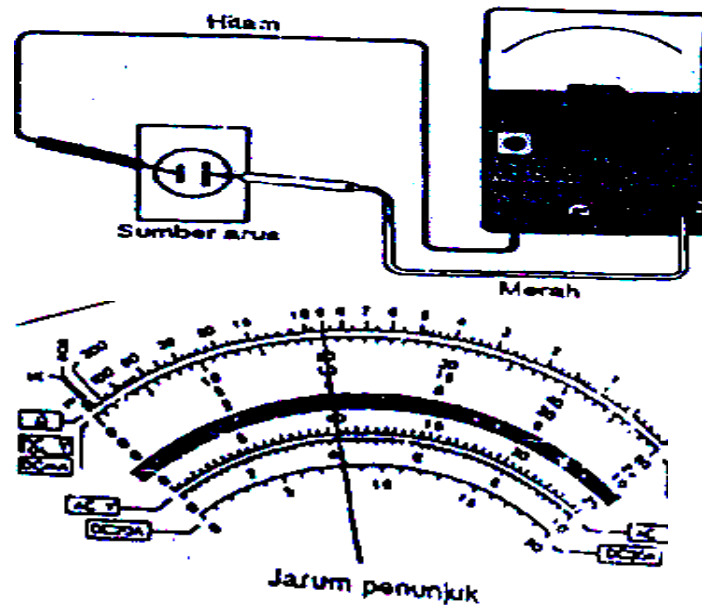
Hubungkan test lead dan posisikan range selector pada salah satu daerah ACV dengan pilihan:

Range selector	Voltage yang dapat diukur (V)
10	0 – 10
25	10 – 25
250	25 – 250
1000	250 - 1000

Hubungkan test lead secara paralel dengan rangkaian

Contoh :

Pembacaannya adalah 100 Volt AC, sebab range selectornya diset pada 250 ACV.



(3) Mengukur Arus DC

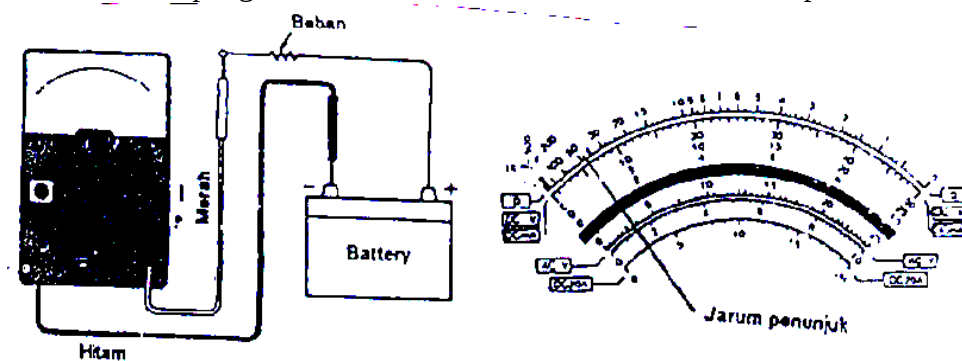
Daerah arus dapat diukur adalah 0-20 A.

(a) Mengatur arus DC dari 0-250 mA

Hubungkan terminal test lead pada terminal tester dan setel selector ke 250mA DCA. Hubungkan test lead secara seri pada rangkaian.

Contoh:

Nilai pengukuran adalah 30 mA, sebab selector diset pada 250 mA



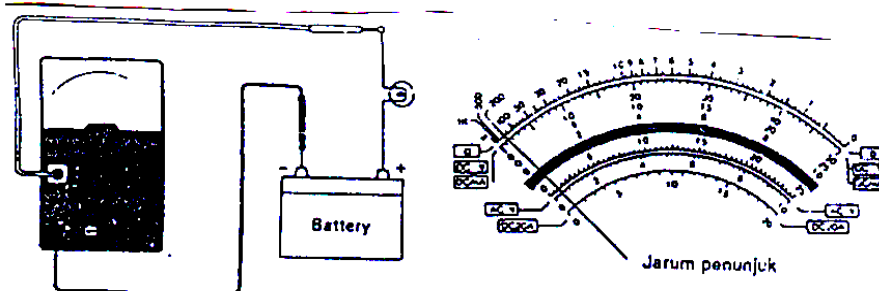
(b) Mengukur Arus DC dari 0-20 A

Hubungkan test lead pada terminal tester dan setel selector ke DCA 20A

Hubungkan test lead secara seri pada rangkaian

Contoh:

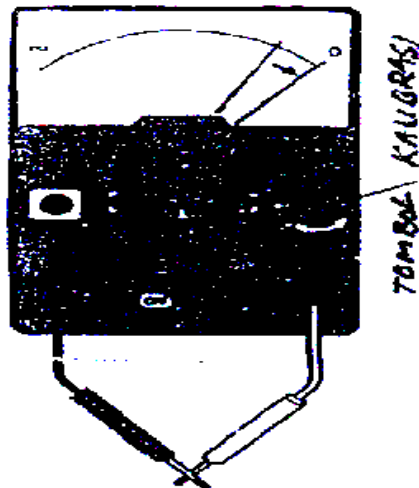
Nilai pengukuran 1 A, sebab selector diset pada 20 A.



(4) Mengukur Tahanan

(a) Kalibrasi

Sebelum anda mengukur tahanan, pertama anda harus memutar tombol kalibrasi ohm, dengan ujung test lead dihubungkan sampai jarum menunjukan angka “0” pada skala ohm. Kalibrasi ini diperlukan setiap kali anda merubah range.



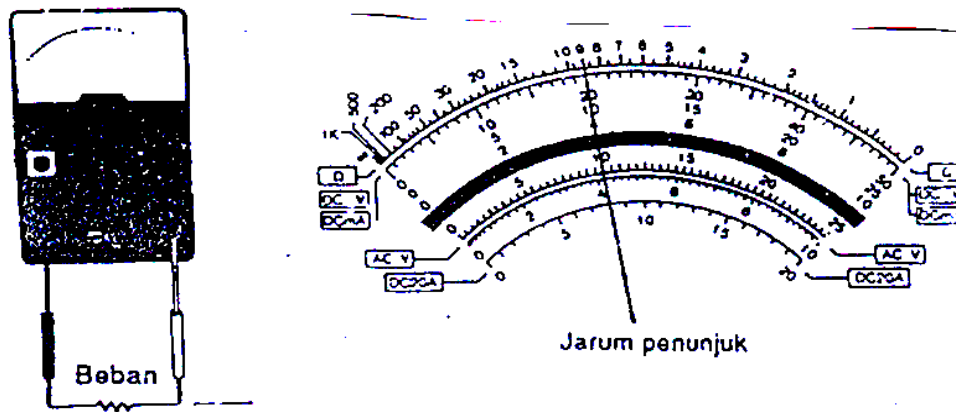
(b) Pengukuran

Setel selector pada salah satu posisi ohm. Ada beberapa skala untuk mengukur tahanan. Posisi “K” untuk 1.000, dengan demikian 10 K berarti 10,000 dan sebagainya.

Range	Tahanan yang Dapat Diukur (Ω)
X1	0-1 (Ω)
X10	0-10 (Ω)
X100	0-100 (Ω)
X1 K	0-(Ω)

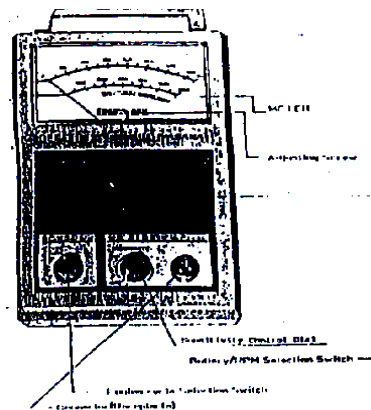
Contoh:

Nilai pengukuran adalah 90 Ω , sebab range selector diset pada X10 Ω .



2) Tachometer

Tachometer adalah alat untuk mengukur putaran mesin (RPM) (Rotary Per Minute).



Gambar 46. Tachometer

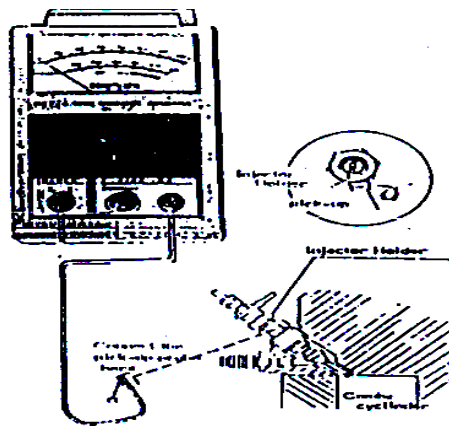
a) Cara Pemakaian

1. Persiapan

- Pastikan jarum pada posisi "0" jika tidak, set dengan memutar adjusting screw.
- Keluarkan pick-up probe dari bagian belakang tachometer dan pasang pada connector.
- Set batt/RPM selection switch pada posisi "Batt Chk" dan periksa apakah jarum bergerak ke daerah OK. Jika tidak ganti battery.

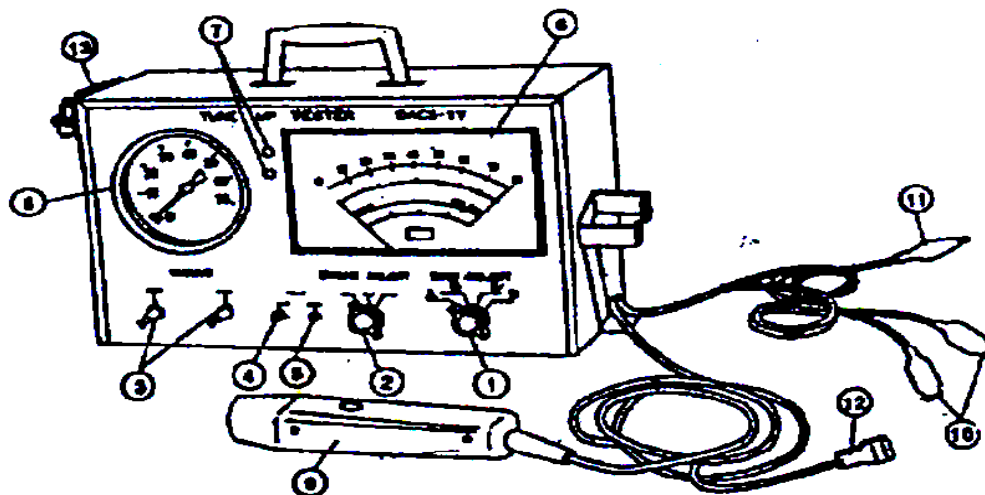
2. Pengecekan RPM

- Set cycle selection knob ke- 4.
- Set sensitivity pada auto.
- Set Batt/RPM selection switch ke posisi "RPM".
- Hubungkan pick-up probe ke injector holder no. 1
- Baca hasil pengukuran.



3) Tune Up Tester

Tune up tester adalah alat yang berfungsi untuk memeriksa breaker point, dwell angle, putaran mesin (rpm), tegangan battery, sistem pengisian dan kevakuman dari intake manifold.



Gambar 47. Tune Up Tester

Komponen-Komponen Tune Up Tester

(1) Saklar

1. Breaker point.
2. Dwell.
3. RPM.
4. Volt

(2) Saklar seleksi jumlah silinder: 4 Cyl, 6 Cyl, 8 Cyl.

(3) Niple selang vakum dan penyetel damper vakum.

(4) Pengecekan dwell angle dan RPM.

(5) Pengecekan out put.

(6) Meter indicator: RPM, dwell, breaker point dan volt.

(7) L/H lamp led indikator.

Lampu indikator putaran rendah (L).

Lampu indikator putaran tinggi (H).

(8) Vakum meter.

(9) Timing light

(10) Kabel klip power battery.

- (11) Kabel klip distributor.
- (12) Pick up klip distributor.
- (13) Adaptor vakum intake manifold.

a) Cara Penggunaan

- **Mengukur Breaker Point**

- (1) Pasangkan kabel (10) warna merah pada (+) battery dan warna hitam pada (-) battery atau massa body.
- (2) Pasangkan kabel (11) warna hijau pada terminal breaker point di distributor atau pada (-) ignition coil.
- (3) Putar saklar (2) menurut jumlah silinder dari mesin.
- (4) Tentukan pemakaian tester dengan memutar saklar (1) pada posisi breaker point.
- (5) Pengukuran breaker point dilakukan saat mesin mati tetapi kunci kontak pada posisi ON.
- (6) Apabila breaker point pada saat ini dalam keadaan tertutup dan hubungan point tersebut baik, maka jarum pada posisi strip hijau (OK) di kiri. Sedangkan apabila point tidak baik, maka jarum berada di luar daerah hijau.

- **Mengukur Dwell Angle**

- a. Pasangkan kabel (10) warna merah pada (+) battery dan warna hitam pada (-) battery atau massa body.
- b. Pasangkan kabel (11) warna hijau pada terminal breaker point di distributor atau pada (-) ignition coil.
- c. Putar saklar (2) menurut jumlah silinder dari mesin.
- d. Hidupkan mesin dan panaskan sampai temperatur kerjanya.
- e. Tentukan pemakaian tester dengan memutar saklar (1) pada posisi dwell, maka jarum akan bergerak dan baca angka yang tertera pada skala dwell (6).

- **Mengukur RPM**

- (1) Pasangkan kabel (10) warna merah pada (+) battery dan warna hitam pada (-) battery atau massa body.
- (2) Pasangkan kabel (11) warna hijau pada terminal breaker point di distributor atau pada (-) ignition coil.
- (3) Putar saklar (2) menurut jumlah silinder dari mesin.
- (4) Hidupkan mesin dan panaskan sampai temperatur kerjanya.
- (5) Tentukan pemakaian tester dengan memutar saklar (1) pada posisi rpm, maka jarum akan bergerak dan baca angka yang tertera pada skala rpm (6).
 - * Untuk rpm rendah baca skala 0 – 1600 rpm dan lampu L menyala.
 - * Untuk rpm lebih tinggi dari 1600 rpm maka lampu H akan menyala dan bacalah skala 0 – 8000 rpm.

- **Mengukur Voltase Output Alternator**

- (1) Pasangkan kabel (10) warna merah pada (+) battery dan warna hitam pada (-) battery atau massa body.

- (2) Pasangkan kabel (11) warna hijau pada terminal breaker point di distributor atau pada (-) ignition coil.
 - (3) Putar saklar (2) menurut jumlah silinder dari mesin.
 - (4) Hidupkan mesin dan panaskan sampai temperatur kerjanya.
 - (5) Tentukan pemakaian tester dengan memutar saklar (1) pada posisi volt, maka jarum akan bergerak dan baca angka yang tertera pada skala volt (6).
 - (6) Output alternator = 13 – 15 volt.
- * Jangan mempergunakan tune up tester untuk tegangan lebih dari 20 volt.

- **Mengukur Waktu Pengapian**

- (1) Pasangkan kabel (10) warna merah pada (+) battery dan warna hitam pada (-) battery atau massa body.
- (2) Pasangkan kabel (11) warna hijau pada terminal breaker point di distributor atau pada (-) ignition coil.
- (3) Putar saklar (2) menurut jumlah silinder dari mesin.
- (4) Hidupkan mesin dan panaskan sampai temperatur kerjanya.
- (5) Pasangkan kabel (12) pada kabel busi no. 1 dan saklar timing light (9) harus pada posisi ON dan arahkan pada puli mesin atau penunjuk saat pengapian.

Tes Formatif 2

1. Jelaskan fungsi alat ukur multi tester!
2. Tuliskan komponen-komponen alat ukur multi tester!
3. Jelaskan metode/cara pengukuran alat ukur multi tester!
4. Jelaskan fungsi alat ukur tachometer!
5. Tuliskan komponen-komponen alat ukur tachometer!
6. Jelaskan metoda/cara mengukur alat ukur tachometer!
7. Jelaskan fungsi alat ukur tune up tester!
8. Tuliskan komponen-komponen alat ukur tune up tester!
9. Jelaskan metoda/cara mengukur alat ukur tune up tester!

DAFTAR PUSTAKA

- Astra International Tbk,. (2000). **Basic Mechanic Training 1**. Jakarta: Toyota Astra Motor.
- Astra International Tbk,. (1990). **New Step Training Manual 1**. Jakarta: Toyota Astra Motor.
- Djainul S,. (1992). **Petunjuk Praktek Pengukuran dan Pemeriksaan Bahan**. Dikmenjur. **Petunjuk Praktek Pengukuran**. Jakarta.
- Dept. Teknik Mesin ITB. **Spesifikasi Geometri Metrologi Industri dan Konsual Kualitas**. Bandung : ITB Bandung.
- Kosim. (2005). **Penggunaan Dan Pemeliharaan Alat Ukur**. Bandung: Dirjen Dikdasmen Mendiknas.

MEMPERBAIKI SISTEM SUSPensi

BAB I PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Modul ini membahas tentang konstruksi dan cara kerja system suspensi dan memeriksa sistem / komponen suspensi dan menentukan kondisinya. Cakupan materi yang akan dipelajari dalam modul ini meliputi : (a) menjelaskan komkponen-komponen system suspensi, dan (b) merumuskan prosedur perbaikan/pengujian kondisi suspensi. Kegiatan belajar 1 menjelaskan tentang konstruksi dan cara kerja system suspensi. Kegiatan belajar 2 membahas tentang prosedur pemeriksaan, pengujian dan menentukan kondisi sistem / komponen system suspensi. Setelah mempelajari modul ini peserta diklat diharapkan dapat memahami cara memperbaiki system suspense dengan baik dan benar.

B. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari secara keseluruhan materi kegiatan belajar dalam modul ini peserta diklat diharapkan :

1. Memahami konstruksi dan cara kerja sistem suspensi.
2. Memahami prosedur pemeriksaan, pengujian dan menentukan kondisi sistem / komponen system suspensi.

C. Kompetensi

1. Standar Kompetensi : Memperbaiki Sistem Suspensi
2. Kompetensi Dasar : Memeriksa Sistem Suspensi dan Komponen-Komponennya

BAB II PEMBELAJARAN

A. Kegiatan Pembelajaran

1. Kegiatan Pembelajaran 1 : Menjelaskan konstruksi dan cara kerja sistem suspensi

a. Tujuan kegiatan pembelajaran :

1. Menjelaskan konstruksi system suspensi
2. Menjelaskan cara kerja system suspensi

b. Uraian Materi Pembelajaran

Kenyamanan berkendara merupakan faktor utama yang harus diperhatikan oleh pengendara maupun penumpang. Namun demikian, kendaraan akan selalu mengalami getaran atau goncangan yang disebabkan oleh mesin itu sendiri atau karena

kondisi jalan yang tidak rata. Untuk mengurangi getaran dan guncangan tersebut setiap kendaraan perlu dilengkapi dengan sistem suspensi.

Apabila salah satu komponen system suspensi mengalami gangguan, maka akan terjadi hal yang tidak diharapkan. Sehingga kenyamanan pengendaraan tidak akan dapat dicapai.



Gambar 1 : Penggunaan sistem suspensi

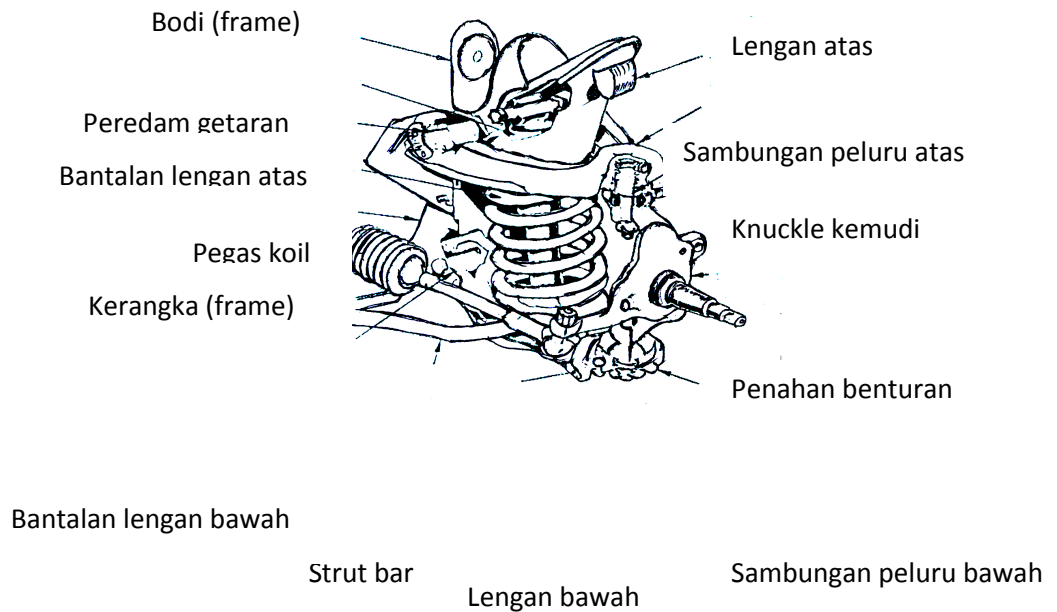
Pada umumnya system suspensi kendaraan dapat digolongkan menjadi 2 jenis yaitu suspensi independent dan suspensi rigid

Konstruksi dan kerja jenis ini roda sebelah kanan dan roda sebelah kiri dipasangkan secara terpisah, sehingga kedua roda dapat bekerja sendiri bila menerima kejutan dari permukaan jalan

Ada dua macam konstruksi suspensi independent depan yaitu suspensi wishbone dan suspensi mac pherson :

1). Suspensi wishbone pegas coil

Suspensi jenis ini menggunakan pegas koil yang dipasangkan diantara lengan bawah (lower arm) dan lengan atas (upper arm)



Gambar 2 : Suspensi wishbone dengan pegas koil

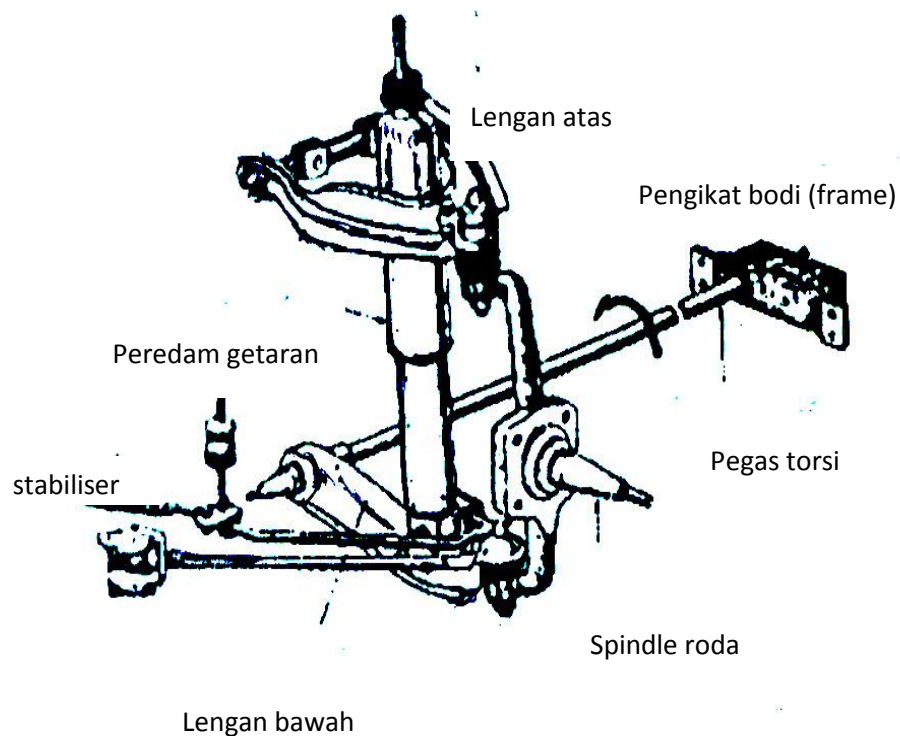
Suspensi ini mempunyai sifat :

- Dengan desain yang kompak dari pegas hasil , sangat cocok digunakan untuk system suspensi roda depan.
- Kedua ujung luar lengan atas dan lengan bawah yang dipasangkan pada knuckle kemudi menggunakan sambungan peluru, sehingga memungkinkan arm dapat bergerak ke atas dan ke bawah mengikuti gerakan roda.
- Knuckle kemudi dan spindle yang terpasang dibagian ujung lengan atas dan bawah dipasang menggunakan sambungan peluru, sehingga memungkinkan knucklekemudi dapat diarahkan.

Kerjanya bila roda-roda depan menerima kejutan dari permukaan jalan maka pegas koil menerima gaya dari lower arm sehingga mengakibatkan pegas mengalami pemendekan dan pemanjangan sesuai dengan kemampuan pemegasan (konstanta pemegasan)

2). Suspensi wishbone pegas torsi

Suspensi wishbone menggunakan pegas batang torsi yang dipasangkan diantara lengan bawah (lower arm) dan kerangka kendaraan.



Gb. 3: Suspensi wishbone dengan pegas torsi

Suspensi ini mempunyai sifat :

- Pegas batang torsi (torsion bar) digunakan pada kendaraan yang tidak menggunakan pegas koil ataupun pegas atau pegas daun pada suspensi depan
- Pegas batang torsi (torsion bar) pada ujung belakangnya dipasang pada kerangka kendaraan , sedangkan ujung depannya dipasangkan pada lengan bawah (lower arm) dan kedua tempat pemasangannya dibuat mati.
- Pegas batang torsi (torsion bar) bekerja secara puntiran karena batang torsi dibuat dari baja yang mempunyai elastisitas tinggi

Kerjanya : bila roda-roda depan menerima kejutan dari permukaan jalan dan diteruskan ke lower arm maupun upper arm melalui knuckle kemudi. Gaya yang diterima lower arm ditahan dengan kemampuan puntiran pegas torsi yang dipasangkan antara lower arm dengan kerangka (frame). Untuk memperhalus proses pemegasan (puntiran) pegas torsi maka peredam getaran dipasangkan untuk memperhalus proses pemegasan yang dipasangkan antara lower arm dengan frame kendaraan

3). Suspensi Mac pherson

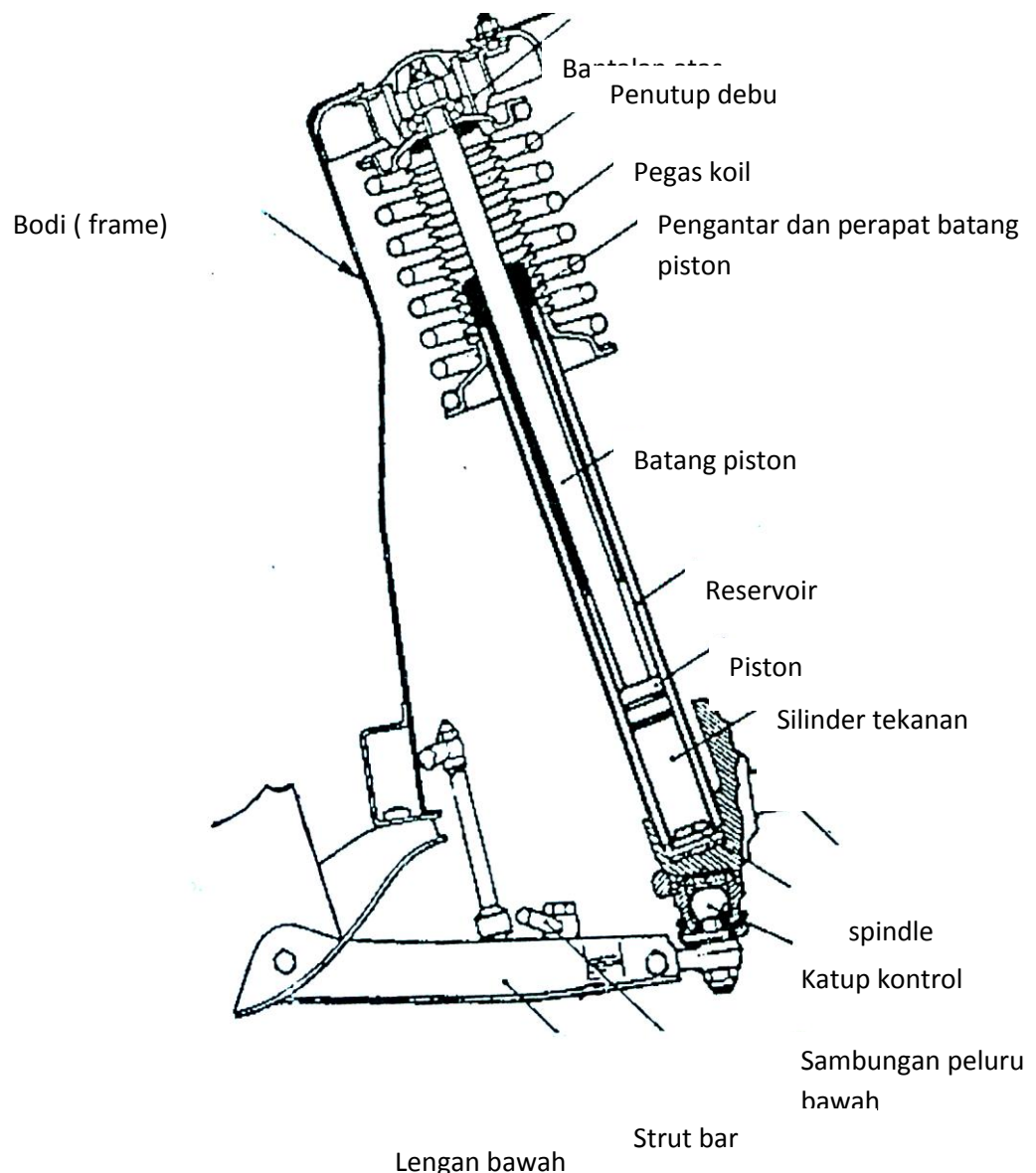
Suspensi ini pegas koil dipasangkan menjadi satu kesatuan dengan shock absorber menggunakan lengan bawah (lower arm) sebagaiudukan komponennya

Ada dua macam konstruksi suspensi mac pherson yaitu dengan lengan “melintang” dan lengan “L”

a). Suspensi mac pherson lengan “melintang”

Suspensi jenis ini mempunyai lengan bawah (lower arm) berbentuk lurus , salah satu ujung lengan bawah dipasang knuckle kemudi dengan sambungan peluru sedangkan ujung yang lain dipasangkan pada kerangka kendaraan.

Lengan melintang dan kelengkapannya berfungsi meneruskan beban kendaraan keroda dan mengontrol gerakan samping, lengan ini bersama-sama batang penahan (strut bar) berfungsi mencegah perubahan jejak roda-roda depan

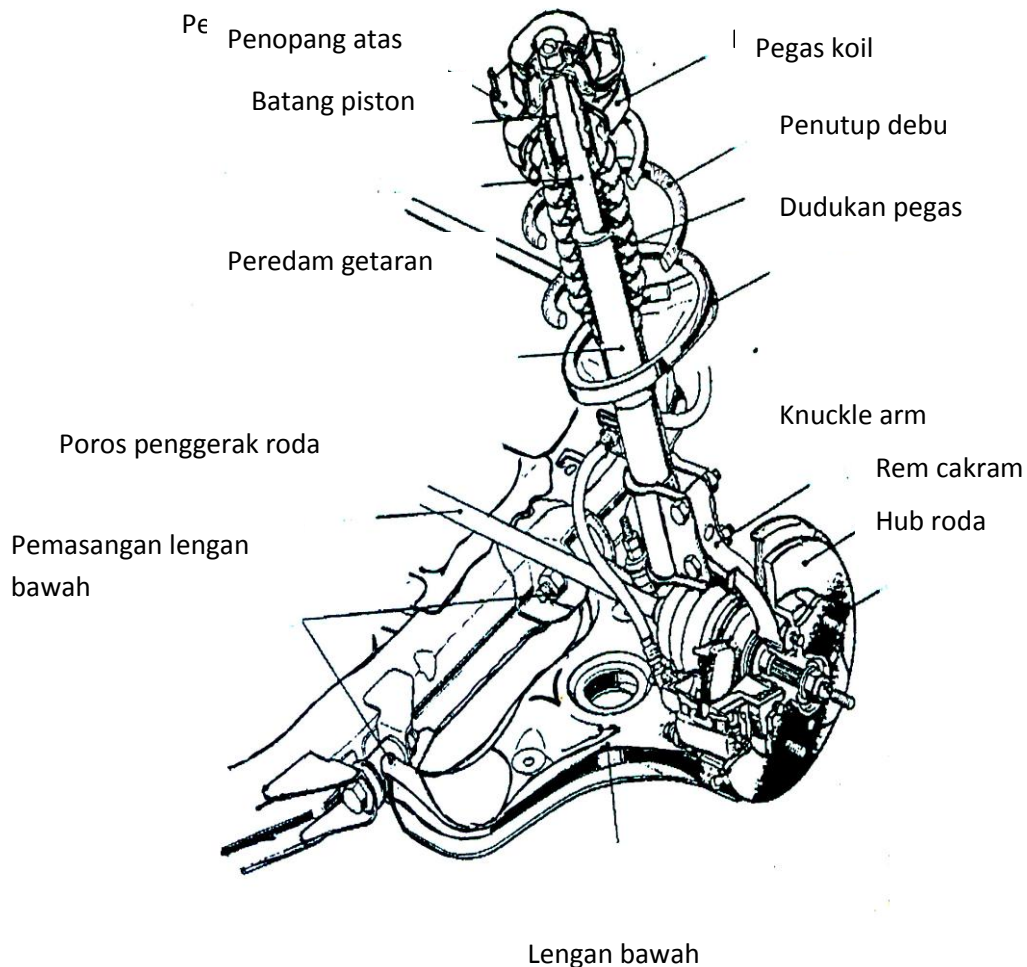


Gambar 4 : Suspensi mac pherson dengan lengan melintang

Kerja
 permi
 sehingga mengakibatkan terjadinya pemendekan dan pemanjangan pegas koil yang dipasangkan antara peredam getaran dengan kerangka (frame). Untuk memperhalus proses pemegasan agar tidak terjadi oksilasi yang berlebihan maka peredam kejut dipasangkan bersama pegas koil antara lower arm dengan rangka (frame)

b) Suspensi mac pherson lengan "L"

Suspensi jenis ini mempunyai lengan bawah (lower arm) berbentuk "L" yang digunakan pada roda sebagai penggerak (front wheel drive) dengan engine di depan (front engine)



Gambar 5 : Suspensi mac pherson dengan lengan "L"

Lengan bawah “ L “ mempunyai dua tempat pemasangan pada kerangka yang masing-masing dipasangkan menggunakan bushing karet, dengan dua tempat pemasangan terpisah yang berfungsi untuk mencegah gerakan dari arah samping dan gerakan aksial roda. Oleh karena itu suspensi jenis ini tidak memerlukan lagi batang penahan (sturt bar)

Kerjanya : bila roda-roda belakang menerima kejutan dari permukaan jalan maka akan diteruskan ke lower arm “L” mengakibatkan terjadinya pemendekan dan pemanjangan pada pegas koil yang dipasangkan antara peredam getaran dengan rangka (frame) kendaraan.

Untuk memperhalus proses pemegasan agar tidak terjadi oksilasi yang berlebihan peredam getaran dipasangkan bersamaan pegas koil antara lower arm “L” dengan rangka (frame) kendaraan .

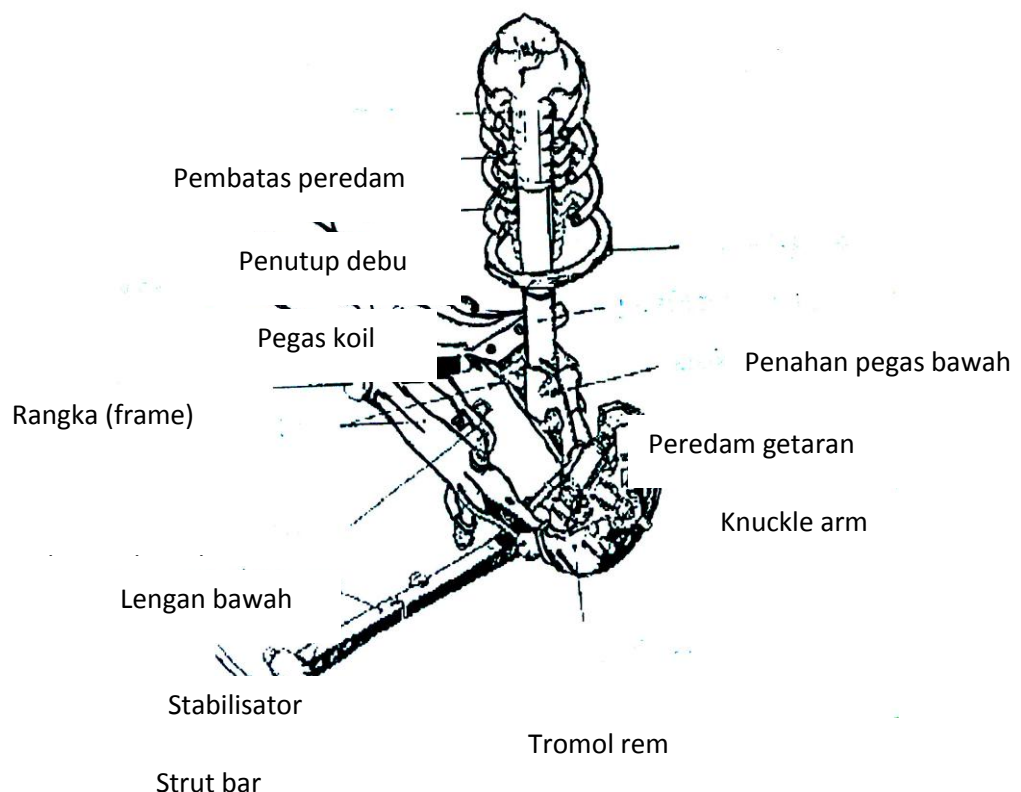
b. Konstruksi jenis suspensi independen belakang.

Suspensi jenis ini roda sebelah kanan dan roda sebelah kiri dipasangkan secara terpisah, sehingga roda dapat bekerja sendiri bila menerima kejutan dari permukaan jalan.

Ada dua macam konstruksi suspensi independent belakang yaitu : Suspensi mac pherson penggerak roda depan dan suspensi mac pherson penggerak roda belakang.

1) Suspensi mac pherson penggerak roda depan.

Suspensi jenis ini dilengkapi lengan bawah (lower arm) dan lengan penopang (strut bar)



Suspensi ini mempunyai sifat :

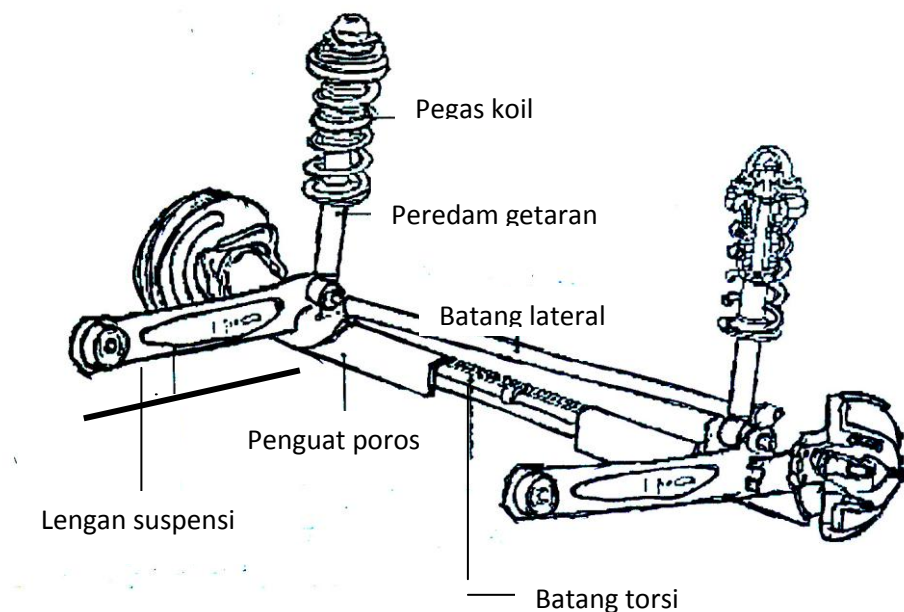
- a) Pemasangan ujung lengan bawah (lower arm) dengan rangka silang kendaraan menggunakan bhusing karet sedangkan ujung yang lainnya dipasang pada knuckle kemudi.
- b) Batang penopang (strut bar) dipasang antara kerangka dengan lengan control bawah yang berfungsi untuk mengurangi terjadinya gaya lateral yang berlebihan.

Kerjanya : bila roda-roda belakang menerima kejutan dari permukaan jalan akan diteruskan ke lower arm yang mengakibatkan terjadinya pemendekan dan pemanjangan pegas koil yang dipasang antara peredam getaran dengan rangka (frame) kendaraan.

Untuk memperhalus proses pemegasan agar tidak terjadi oksilasi yang berlebihan peredam getaran dipasang bersama pegas antara lower arm dengan rangka (frame) kendaraan.

2) Suspensi kombinasi mac pherson dan batang torsi

Suspensi jenis ini menggunakan poros kaku (rigid) berbentuk “ U “ yang didalamnya dipasang batang torsi akan bekerja secara puntiran saat terjadi gerakan roda.



Gambar 7: Suspensi mac pherson dengan batang torsi

Suspensi ini mempunyai sifat :

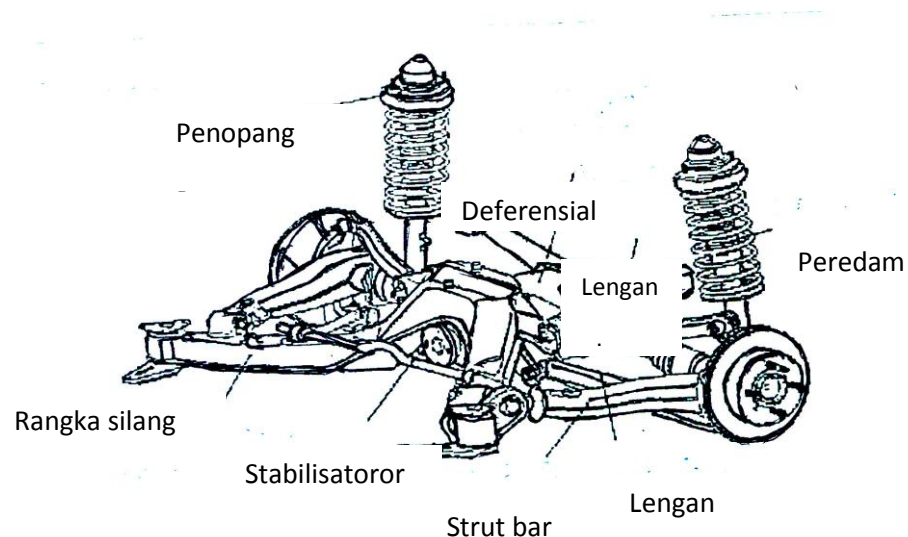
- a) Poros semi rigid bersama batang pegas torsi bekerja secara aktif sebagai suspensi
- b) Pegas koil berfungsi menyempurnakan momen suspensi agar dapat mengurangi rolling body, hingga menghasilkan pengemudian yang stabil
- c) Gerakan puntiran dari ujung lengan-lengan suspensi diteruskan kedalam gerakan puntiran aksel belakang. Puntiran ini sangat menghasilkan gaya reaksi yang berlawanan dengan lengan-lengan suspensi

Kerjanya : bila roda-roda belakang menerima kejutan dari permukaan jalan akan diteruskan ke rumah poros, lengan suspensi sehingga mengakibatkan bagian ini bersama pegas koil berayun terhadap rangka (frame) kendaraan.

Untuk memperhalus proses pemegasan dan ayunan (oksilasi) yang berlebihan pegas koil bersama dengan peredam getaran dipasang antara rumah poros roda belakang dengan rangka (frame) kendaraan

3) Suspensi mac pherson penggerak roda belakang.

Suspensi jenis ini dilengkapi dengan lengan control bawah (lower arm) dan lengan control atas (upper arm) hingga dapat berayun secara bebas bila roda menerima kejutan dari permukaan jalan. Suspensi ini juga disebut aksel berayam



Gambar 8 : Poros berayun pada bagian belakang

suspensi ini mempunyai sifat :

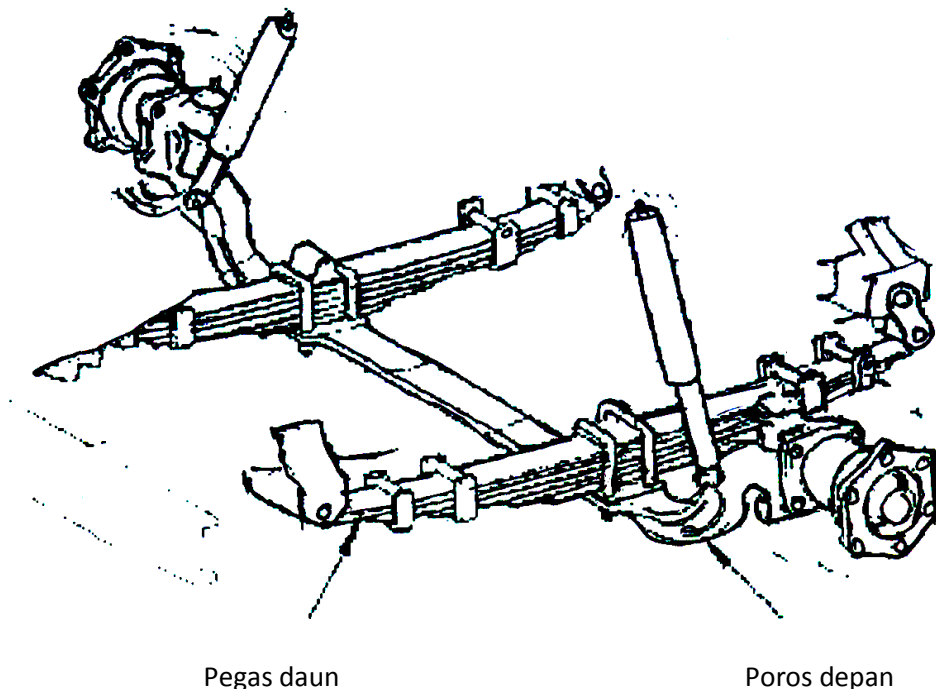
- a) Poros (aksel) roda dibuat terpisah, hingga poros dapat berayun bebas , pertemuan kedua bagian poros bekerja sebagai tumpuan.
- b) Differensial ditempatkan pada bagian rangka silang body kendaraan. Berat body kendaraan dan komponen yang lain ditopang oleh pegas suspensi
- c) Ujung bawah mac pherson dipasang pada lengan kontrol atas dan bawah juga lengan jejak.
- d) Ujung lengan jejak, lengan control atas dan control bawah yang lain dipasangkan pada kerangka body kendaraan

Kerjanya : bila roda-roda belakang menerima kejutan dari permukaan jalan akan diteruskan ke lower arm dan upper arm sehingga pegas koil mac pherson mengalami memendekkan dan pemanjangan .

Untuk memperhalus proses pemegasan pegas koil dan ayunan (oksilasi) yang berlebihan pegas koil bersama dengan kejut dipasang antara lower arm dengan rangka (frame)

- a. Konstruksi jenis suspensi rigid
 - 1). Jenis suspensi rigid roda depan

Suspensi jenis ini biasanya dipasangkan pada poros rigid (kaku) yang terbuat dari baja tempa pejal berbentuk I Roda sebelah kanan dan kiri dipasangkan pada ujung poros tunggal. Pada bagian tengah poros berfungsi menahan beban kendaraan, sedangkan pada ujung poros berfungsi menahan momen punter karena gaya pengereman

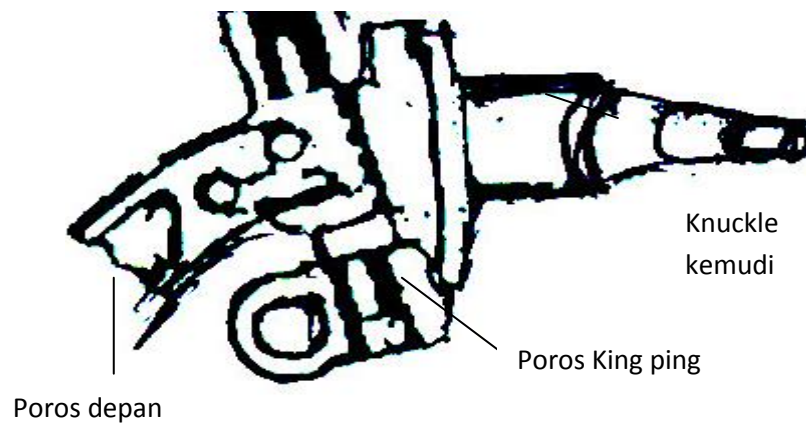


Gambar 9 :Poros rigid depan jenis I Beam

Bagian ujung poros ini juga dipasangkan knuckle kemudi dengan menggunakan poros kingpin . Ada empat jenis knuckle kemudi yang dipasangkan pada suspensi rigid roda depan yaitu :

a) Jenis reverse eliot

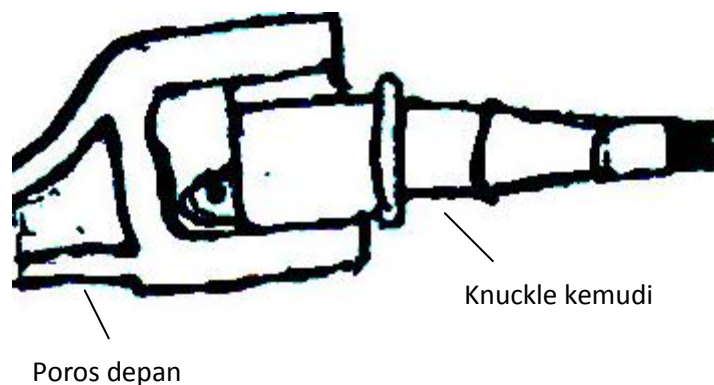
Jenis ini ujung poros sangat sederhana konstruksinya dan mudah untuk pemasangan komponen rem



Gambar 10 : Jenis Reverse Eliot

b). Jenis eliot

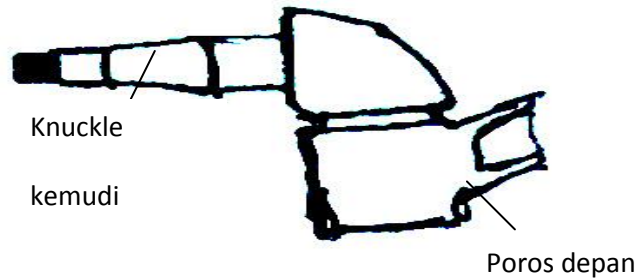
Jenis ini ujung porosnya dibuat sangat kompleks , knuckle kemudi dipasangkan ditengah ujung poros dengan menggunakan poros kingpin



Gambar 11: Jenis Eliot

c). Jenis Lemoine :

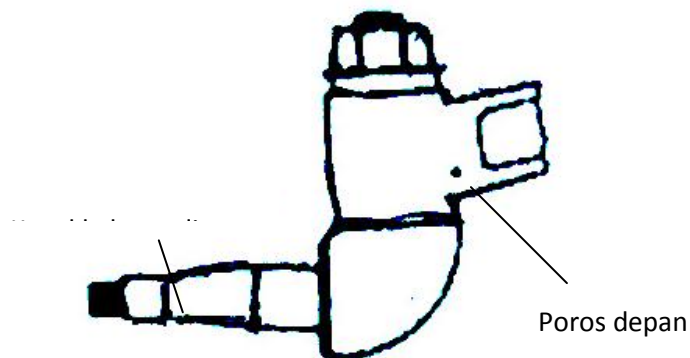
Jenis tidak memerlukan poros kingpin, karena knuckle kemudi dipasangkan pada ujung poros bagian atas sehingga poros menjadi tambah tinggi



Gambar 12: Jenis Lemoine

e) Jenis marmon

Jenis ini juga tidak memerlukan poros kingpin karena knuckle kemudi dipasangkan pada bagian bawah ujung poros sehingga daya kekuatannya agak berkurang bila dibandingkan dengan jenis yang lain.



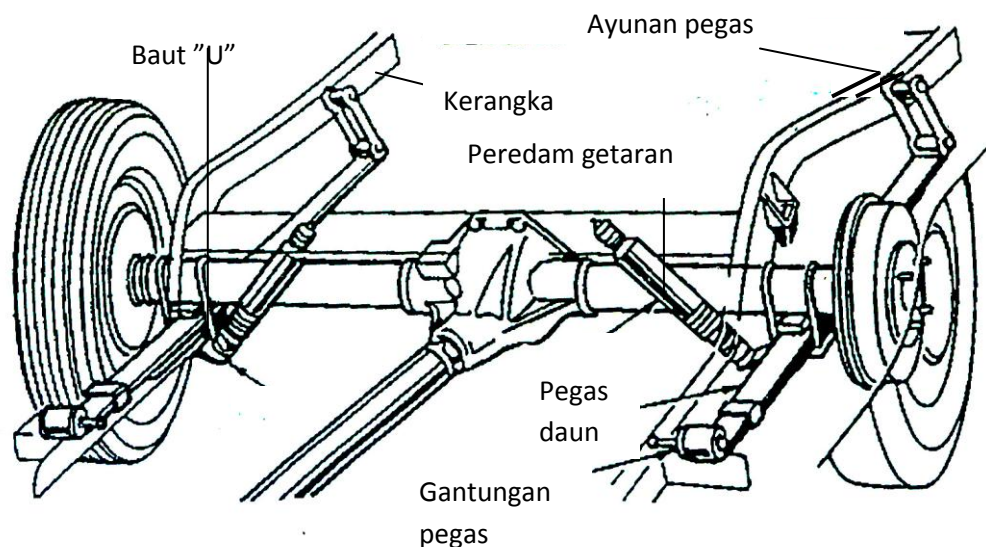
Gambar 13: Jenis Marmon

Kerjanya : bila roda-roda depan menerima kejutan dari permukaan jalan akan diteruskan keporos depan rigid yang berbentuk “ I “ hingga mengakibatkan pegas daun terjadi pemanjangan atau pegas berubah bentuk dari elip mendekati lurus (pemegasan pegas daun)

Untuk memperhalus proses pemegasan pegas daun / ayunan pegas daun yang berlebihan maka dipasangkan peredam getaran antara poros depan dengan rangka (frame).

2). Jenis suspensi rigit roda belakang

Suspensi jenis ini biasanya roda-roda dipasang pada satu poros. Ada dua jenis pegas yang digunakan pada jenis ini yaitu



Gambar 14: Suspensi poros rigit belakang dengan pegas daun

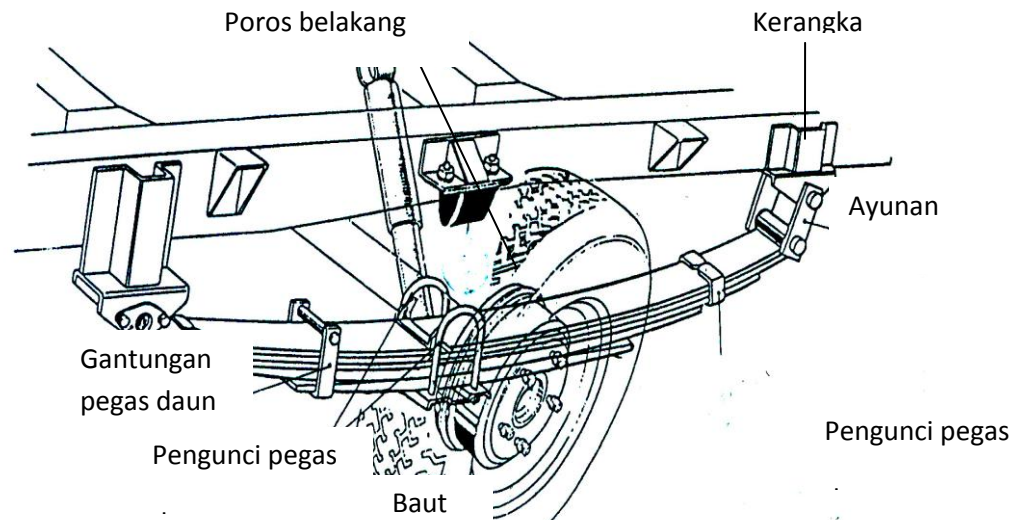
a). Pegas daun

Pada umumnya pegas daun dipasang secara parallel antara rangka dengan poros belakang, sehingga tenaga yang dihasilkan oleh motor dipindahkan ke roda-roda melalui poros yang berputar dalam rumah.

Sedangkan beban kendaraan yang didukung oleh rangka mobil diteruskan ke rumah poros melalui pegas daun

Kerjanya : bila roda-roda belakang menerima kejutan dari permukaan jalan maka diteruskan ke rumah poros belakang yang mengakibatkan pegas daun terjadi pemanjangan atau pegas berubah bentuk dari elip mendekati lurus (pemegasan pegas daun) yang konstruksinya dilengkapi dengan ayunan pegas

Untuk memperhalus proses pemegasan pegas daun yang berlebihan maka suspensi ini dilengkapi peredam getaran yang dipasang antara penopang pegas daun dengan (frame)



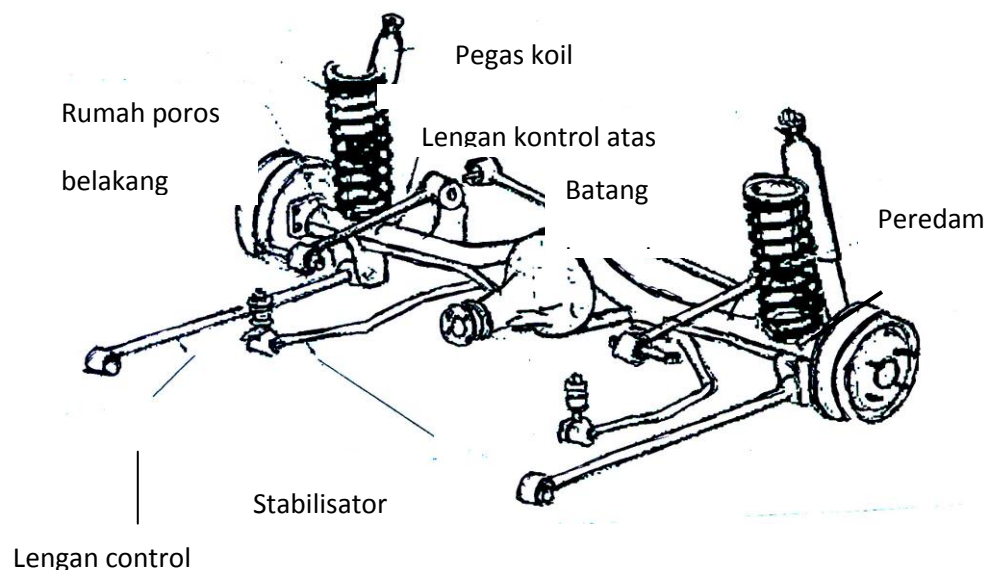
Gambar 15: Suspensi pegas daun

b). Pegas koil

Poros kaku dengan pegas koil untuk mengadakan pemegasan dan menahan beban tegak lurus, tetapi tidak dapat menahan gaya samping atau tekanan samping.

Apabila pegas koil digunakan pada suspensi belakang, harus dilengkapi komponen yang lain seperti : laterar rod dan stabilisator.

Kerjanya : bila roda-roda belakang menerima kejutan dari permukaan jalan akan diteruskan kerumah poros roda belakang yang mengakibatkan pegas koil mengalami pemendekan dan pemanjangan (konstanta pegas) untuk mengurangi ayunan pegas (oksilasi) yang berlebihan pada suspensi ini dilengkapi peredam getaran yang dipasangkan antara rumah poros dengan kerangka (frame) kendaraan.



Gambar 16: Suspensi pegas koil

Ini uraian materi kegiatan belajar 2:

Fungsi dan prosedur pemeriksaan, pengujian dan menentukan komponen system suspensi :

1. Upper arm dan lower arm

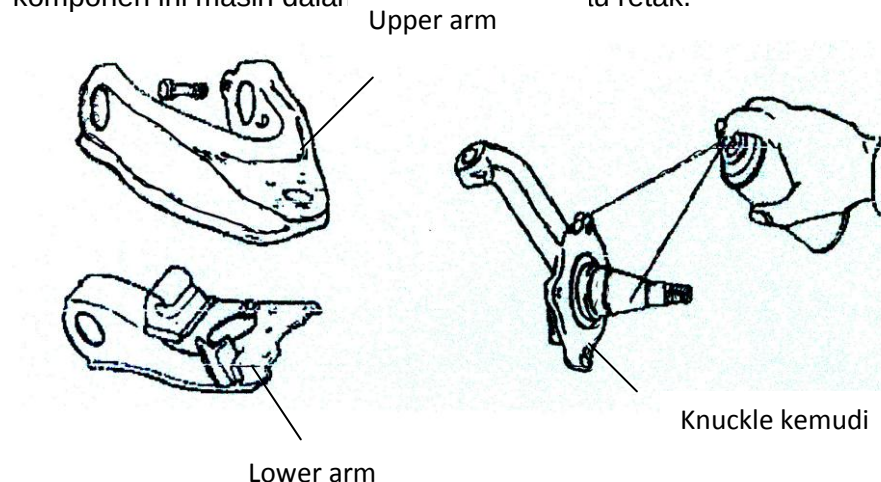
Komponen ini berfungsi untuk menyangga pegas coil, pemasangan knuckle kemudi dan memelihara letak geometris body dan roda-roda.

Pemeriksaan : Dalam keadaan terlepas lower arm dan upper arm, dengan cara disemprot menggunakan penetrant warna untuk menyakinkan bahwa komponen ini masih dalam keadaan baik atau retak.

2. knuckle kemudi

Komponen ini berfungsi untuk pemasangan roda-roda depan / sumbu roda, sehingga memungkinkan kendaraan membelok kekanan dan kekiri.

Pemeriksaan : Dalam keadaan terlepas dan bersih knuckle kemudi disemprotkan menggunakan penetrant warna untuk meyakinkan bahwa komponen ini masih dalam keadaan baik atau retak.



Gb. 17 Pemeriksaan Lower, Upper arm dan knuckle kemudi

arm dan upper arm terpasang dalam kerangka (frame) kendaraan komponen ini digerakkan kearah atas atau kearah bawah .

Bila tidak timbul suara yang aneh maka bias dipastikan lower arm dan upper arm dalam keadan baik.

Pengujian knuckle kemudi : dalam keadaan terpasang pada lower arm maupun upper arm komponen ini digerakkan kearah samping kiri, kanan, atas dan bawah .

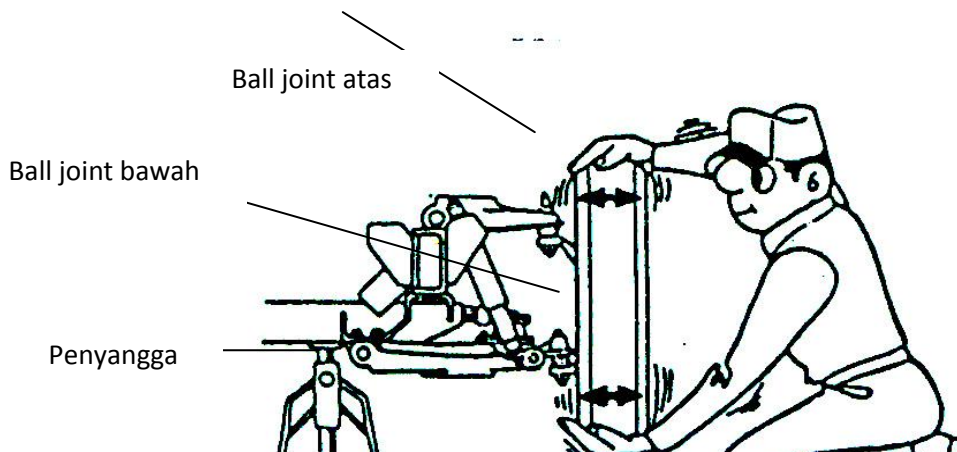
Bila tidak timbul suara aneh maka bias dipastikan knuckle kemudi dalam kondisi baik

3. Ball Joint

Komponen ini berfungsi sebagai sumbu roda-roda saat kendaraan membentuk, pemasangannya antara lower arm dengan steering knuck dan upper arm dengan steering knuekle.

a) Pemeriksaan kekendoran ball joint bawah terhadap lower arm.

- Dongkrak bagian depan kendaraan dan di topang dengan penyangga.
- Pastikan kendaraan sudah disangga dengan aman
- Pastikan bahwa roda depan telah lurus posisinya dan tekan pedal rem.
- Gerakkan lengan suspensi bawah ke atas dan kebawah dan pastikan tidak ada gerak bebas ball joint (berlebihan)
- Gerakkan roda samping kanan samping kiri dan pastikan tidak ada gerakan yang berlebihan.



Gambar 18 : Pemeriksaan ball joint terhadap lower arm dan upper arm

Pengujian ball joint : dalam keadaan roda terpasang gerakkan roda bagian atas kedalam dan bagian bawah keluar atau sebaliknya bila terjadi kekocakan yang berlebihan maka ball joint perlu diganti bila tidak terjadi kekocakan dapat dipastikan ball joint dalam keadaan baik.

4. Pegas Koil (Coil Spring)

Komponen ini berfungsi untuk menyerap kejutan/gaya yang diakibatkan dari permukaan jalan tidak rata, penempatannya diantara lower arm dan upperr arm. Pemeriksaan pegas koil dalam keadaan terlepas dan bersih pastikan tidak ada bagian yang retak atau aus, ukur tinggi bebas pegas sesuai dengan buku manual sesuai dengan jenis mobil yang diperiksa .batas limit = 273 mm.



Gambar 19: Pemeriksaan pegas koil

Pengujian pegas koil dalam keadaan pegas koil terlepas ukur tinggi bebas pegas, kemudian tekan pegas dengan beban tertentu.

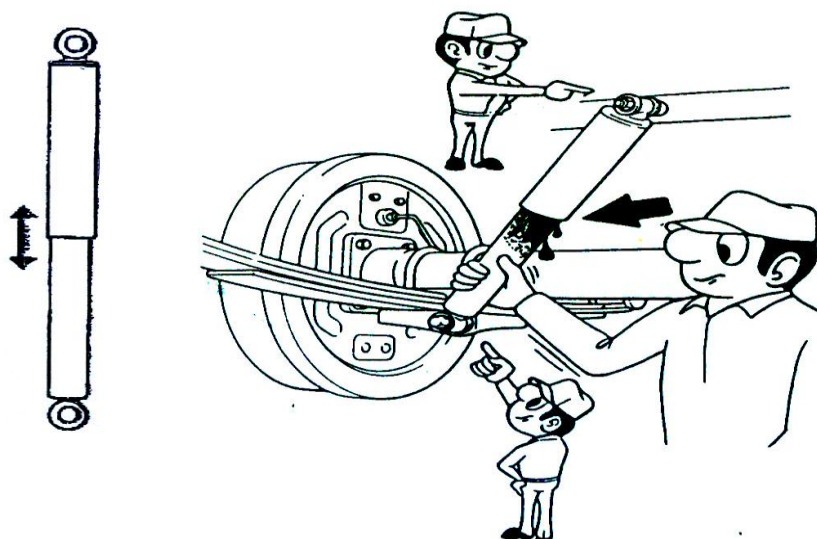
Ukur kembali tinggi bebas pegas , bila ukuran kurang dari batas limit spesifikasi sesuai yang ditentukan maka pegas perlu diganti, dan sebaliknya

Catatan :

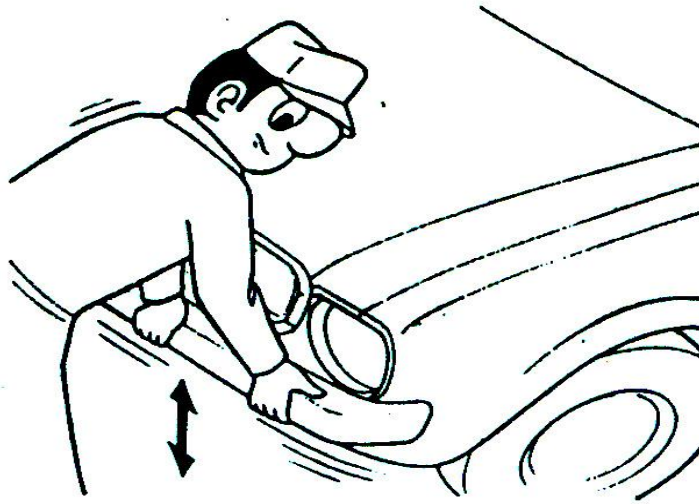
- a. Bila pegas lemah dapat dirasakan ada kejutan tidak normal saat kendaraan melewati jalan yang rata.
- b. Bila pegas lemah, maka keausan ban menjadi tidak normal

5. Shock absorber (peredam getaran)

Komponen ini berfungsi untuk mengurangi oksilasai yang berlebihan pada pegas bila kendaraan berjalan di jalan tidak rata. Pemeriksaan peredam getaran dalam keadaan terlepas dan bersih, pastikan tidak ada kebocoran minyak dan gas.



Gb. 21a Pemeriksaan Shock absorber



Gb. 21b Pemeriksaan Shock absorber

Pengujian : Dalam keadaan terlepas dengan cara ditekan dan ditarik bila dengan tahanan yang tetap pastikan kondisi peredam getaran dalam keadaan baik . bila ada bushing peredam getaran yang rusak perlu dilakukan penggantian

Dalam keadaan terpasang:

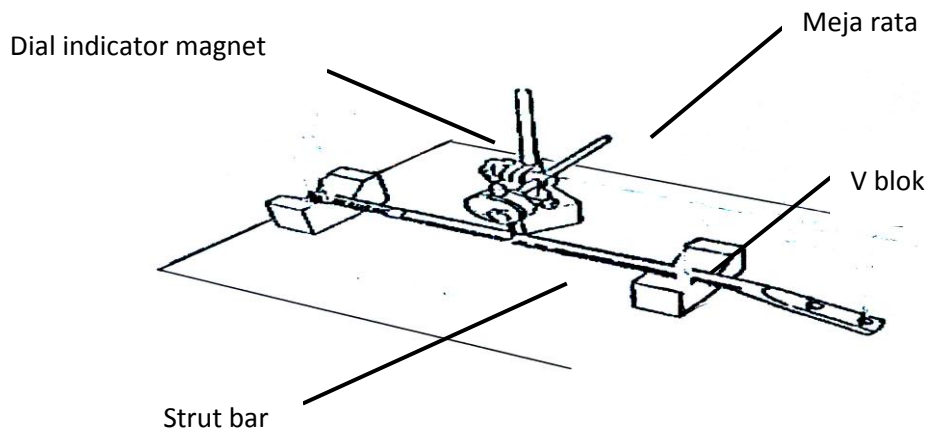
- a. goyangkan mobil kearah samping, dan goyangan kesamping harus cepat berhenti
- b. Pada mobil sedan tekan pada bagian depan mobil kemudian lepas maka getaran tambah setengah dari tekanan semula dan kembali pada posisi sebelumnya.

6. Strut bar

Komponen ini berfungsi untuk menahan lower arm agar tidak maju atau mundur pada saat menerima kejutan dari permukaan jalan maupun dorongan akibat terjadinya pengereman, atau saat pemindaan tenaga dari motor, strut bar berupa batangan baja yang dipasang pada lower arm dan frame kendaraan. Pemeriksaan strut bar dalam keadaan terlepas dan bersih pastikan tidak ada bagian yang retak.

Pemeriksaan kebengkokan :

- Letakkan strut bar pada v blok.
- Ukur run out bagian tengah strut bar menggunakan dial indikator magnetik.
- Kebengkokan tidak boleh melebihi batas limit yang sudah ditentukan pada buku manual dari jenis kendaraan tersebut



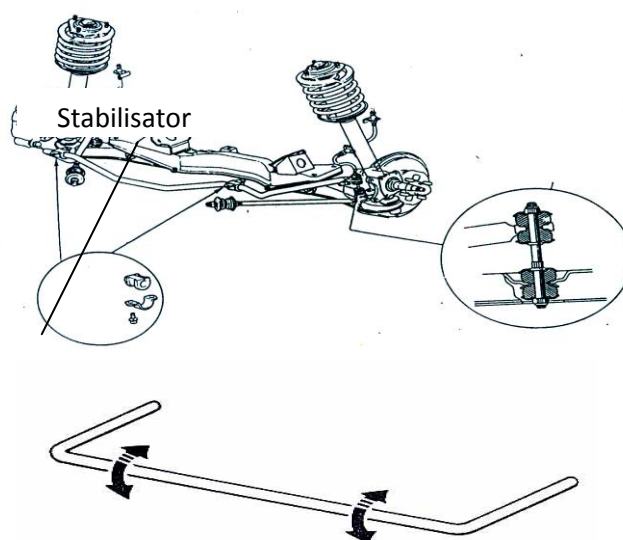
Gb. 22 Pemeriksaan kebengkokan strut bar

Pengujian : Dalam keadaan terpasang dan mobil di jack stand dengan aman :

- Dengan rem kendaraan diinjak dorong bagian roda yang diuji kedepan atau kebelakang
- Pastikan tidak ada bagian bushing strutbar yang aus atau rusak.
- Bila ada bagian bushing yang aus/rusak lakukan penggantian.

7. Stabilizer bar

Komponen ini berfungsi untuk mengurangi terjadinya kemiringan kendaraan akibat gaya sentrifugal pada saat membelok atau saat lurus mengurangi tenaga guling. Stabilizer ini di pasangkan pada lower arm kiri dan kanan, bagian tengahnya diikatkan pada frame / body kendaraan, sehingga beban yang diterima komponen ini saat kendaraan membelok adalah beban puntiran.



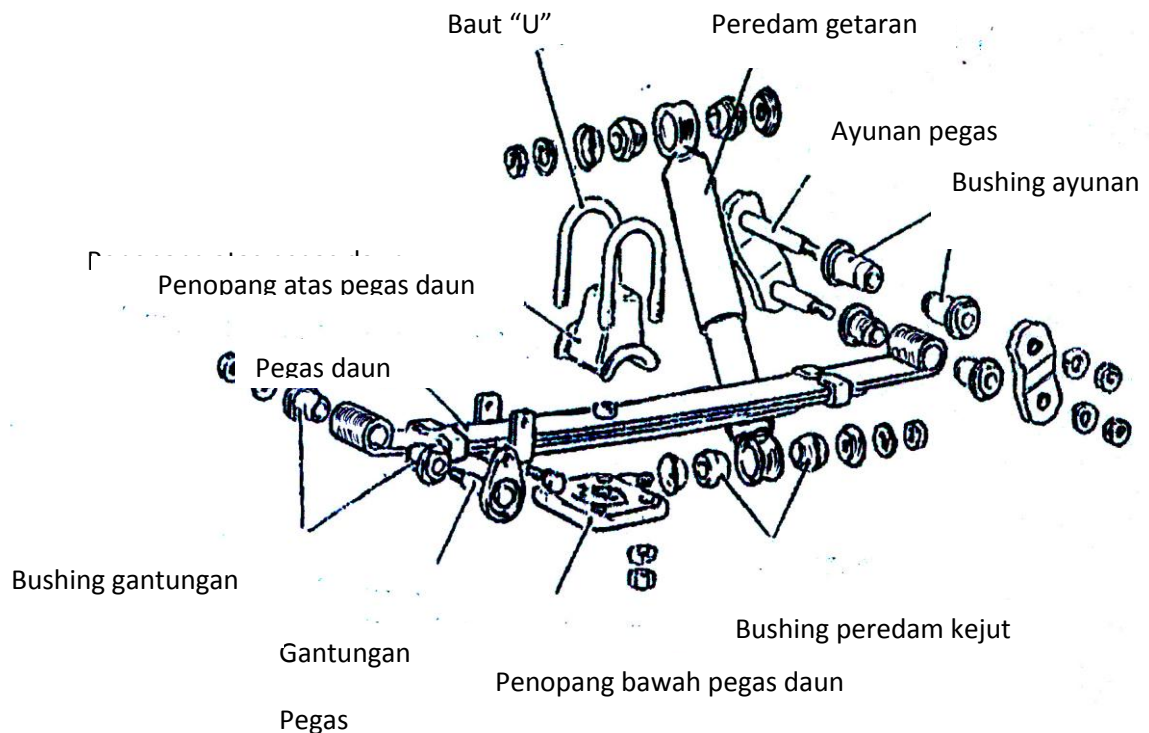
Gb. 23 : Pemeriksaan stabilizer dan bushing karet

1. dalam keadaan terlepas dan bersih pastikan komponen ini tidak ada bagian yang retak, aus atau patah.
2. Karet-karet pengikat dalam keadaan terpasang pastikan karet-karet pengikat pada frame tidak ada yang retak

Pengujian : Dalam keadaan stabilizer terpasang tekan bagian depan mobil sebelah kanan atau tekan bagian mobil sebelah kiri secara bergantian .bila tekanan dilepaskan maka kondisi mobil cepat kembali seperti posisi semula pastikan stabilizer masih dalam keadaan normal

Bila pengujian diatas timbul suara yang aneh maka bushing pengikat stabilizer dengan rangka perlu diganti.

b. Prosedur pemeriksaan komponen sistem suspensi rigid



Gambar 24. Komponen sistem suspensi pegas daun

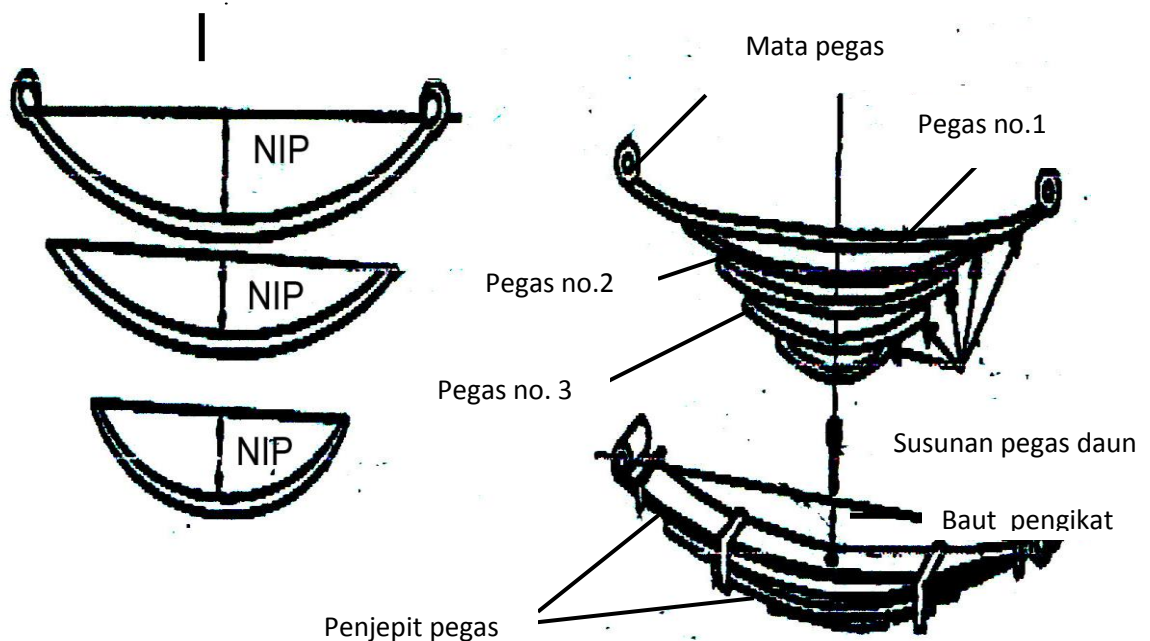
Fungsi dan prosedur pemeriksaan komponen

1. Pegas daun

Komponen ini berfungsi untuk menyerap kejutan yang ditimbulkan permukaan jalan, pegas jenis ini mampu menerima beban yang lebih besar bila dibanding dengan pegas koil maupun pegas torsi oleh karena itu pegas daun banyak digunakan pada sistem suspensi bagian belakang kendaraan.

Pemeriksaan pegas daun :

- a). Dalam keadaan terlepas dan bersih lembaran pegas tidak retak atau pada ujung – ujungnya tidak terjadi keausan yang berlebihan.
- b). Ujung- ujung pegas daun tidak terjadi keausan yang berlebihan



Gb. 25. Pemeriksaan pegas daun

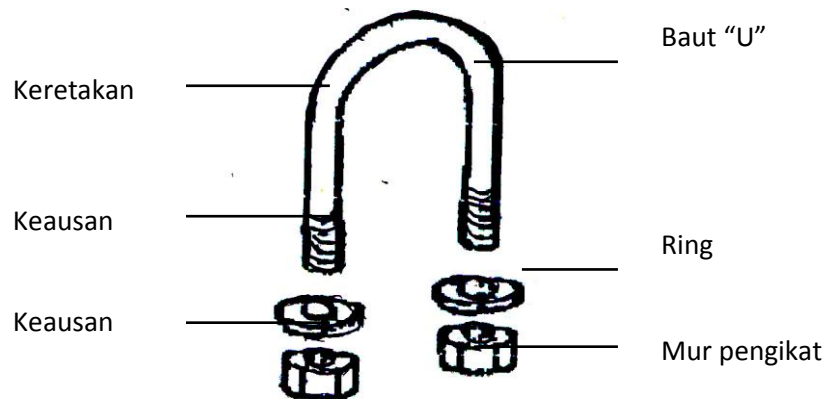
Pengujian : Dalam keadaan terlepas :

- Ukur NIP pada masing-masing lembaran pegas daun
- Beri beban pada masing-masing lembaran pegas daun sesuai dengan spesifikasi jenis mobilnya.
- Ukur kembali NIP pada masing-masing lembaran pegas daun
- Bandingkan pengukuran NIP setelah pembebanan dengan spesifikasi jenis mobilnya.
- Bila ukuran NIP setelah pembebanan kurang dari batas limit maka perlu diganti lembaran pegas daunnya dan sebaliknya.

2. Baut “U”

Komponen ini berfungsi untuk mengikat tumpukan/ susunan pegas daun dengan poros roda belakang dengan kuat agar tidak terjadi pergeseran bila roda menerima kejutan dari permukaan jalan. Pemeriksaan baut “U”:

- a) Dalam keadaan terlepas dan bersih pastikan tidak ada bagian ulir yang aus, bengkok maupun kerusakan pada ulirnya.
- b) Tidak terjadi kebengkokan pada bagian yang lain
- c) Tidak terjadi keausan pada ulir mur pengikat



Gb. 26. Pemeriksaan baut “U”

Pengujian : Dalam keadaan terpasang kencangkan mur pengikat baut “U” dengan momen yang sesuai spesifikasinya pada buku manual.

Cek/periksa kembali mur-mur pengikat baut “U” bila masih dalam keadaan kendor maka baut U perlu diganti dan sebaliknya.

3. Ayunan Pegas

Komponen ini berfungsi untuk memungkinkan pegas memanjang dan memendek bila roda menerima kejutan dari jalan. Pemasangannya diantara pegas dan frame (kerangka) kendaraan. Pemeriksaan ayunan pegas daun:

Dalam keadaan terlepas dan bersih pastikan tidak ada bagian ulir baut dan mur pengikat yang aus.

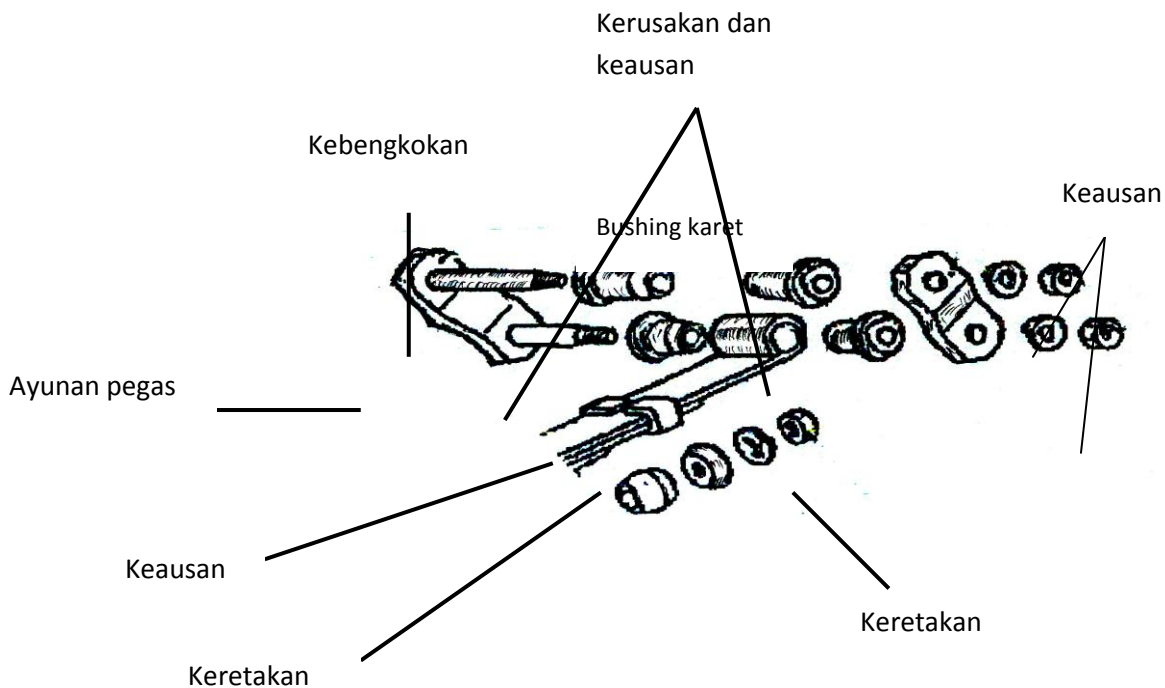
Pengujian : Dalam keadaan ayunan pegas daun terpasang pada rangka kendaraan keraskan mur-mur pengikat ayunan pegas sesuai dengan spesifikasi buku manual

Cek / periksa kembali mur-mur pengikat ayunan pegas bila masih dalam keadaan kendor maka ayunan pegas perlu diganti

4. Bhusing karet

Komponen ini berfungsi untuk meredam suara hubungan antara ayunan pegas daun dengan frame bila roda menerima kejutan dari permukaan jalan.

Pemeriksaan bushing karet : dalam keadaan terlepas pastikan bhusing karet tidak pecah atau berubah konstruksinya.

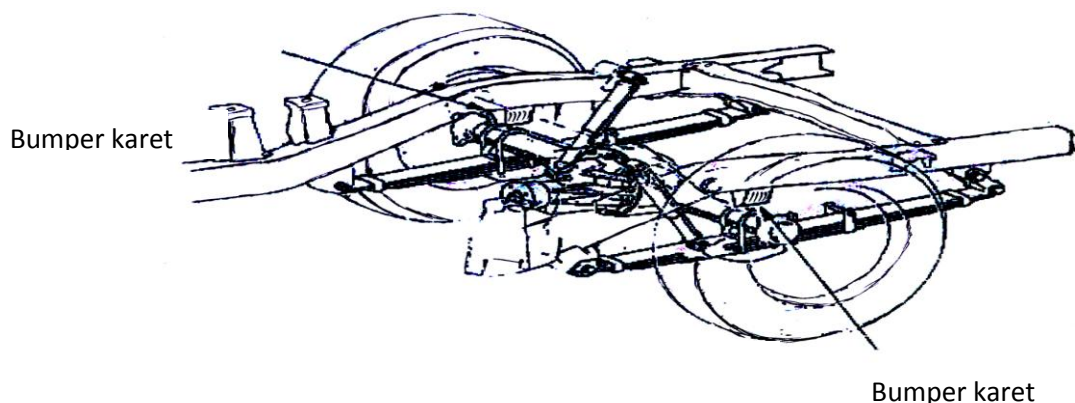


Gb. 27 Pemeriksaan ayunan pegas dan Bhusing karet.

Pengujian : Bushing dalam terpasang gerakan ayunan pegas keatas dan kebawah bila pada bagian ini timbul suara yang aneh perlu diganti. Sebab sudah terjadi pengerasan

5. Bumper karet

Komponen ini berfungsi untuk membatasi ayunan pegas yang berlebihan dan tidak terjadi tumbukan antara poros roda dengan frame/kerangka kendaraan. Pemeriksaan bumper karet :dalam keadaan terpasang pastikan tidak ada bagian yang pecah atau berubah bentuk



Gambar 28. Pemeriksaan bumper karet.

D. Tugas

1. Sebutkan dua macam konstruksi suspensi poros independent pada kendaraan
2. Sebutkan dua macam konstruksi suspensi poros rigid

E. Test Formatif

1. Jelaskan kerja suspensi wishbone pegas koil
2. Jelaskan kerja suspensi rigid pegas daun

F. Kunci Jawaban Test Formatif

1. Bila roda-roda depan menerima kejutan dari permukaan jalan maka pegas koil menerima gaya dari lower arm sehingga mengakibatkan pegas koil mengalami pemendekan sesuai dengan kemampuan pemegasan (konstanta pegas)
2. Bila roda-roda belakang menerima kejutan dari permukaan jalan dan diteruskan ke rumah poros belakang sehingga mengakibatkan pegas daun terjadi pemanjangan dari bentuk elip mendekati lurus

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (1987), *Dasar-dasar Automotive*, Jakarta : PT.Toyota–Astra – Motor.

Anonim. (1995), *New Step 1 Training Manual*, Jakarta : PT. Toyota – Astra- Motor.

Anonim. (1995), *Materi Pelajaran chasis group step 2*, Jakarta : PT. Toyota Astra-Motor.

Anonim, (1982), *Mitsubishi L 300 Workshop Manual*, Mitsubishi corporation.

Anonim, (1982), *Mitsubishi Colt T120 Workshop Manual*, Mitsubishi corporation.

Anonim, (1993), *Servis Mobil*, Pusat Pengembangan Guru Teknologi Malang

Hariyanto, Slamet. (2005). *Pemeriksaan Sistem Suspensi*. Jakarta: Dirjen Dikmenjur Mendiknas.

MEMPERBAIKI RODA DAN BAN

BAB I PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Modul Memperbaiki Roda Dan Ban ini membahas tentang beberapa hal penting yang perlu diketahui agar dapat memperbaiki roda dan ban secara efektif, efisien dan aman. Cakupan materi yang akan dipelajari dalam modul ini meliputi : (a) mengidentifikasi konstruksi jenis roda dan ban (b) pemeriksaan roda dan ban. Modul ini terdiri atas dua kegiatan belajar. Kegiatan belajar 1 membahas tentang mengidentifikasi konstruksi jenis roda dan ban. Kegiatan belajar 2 membahas tentang pemeriksaan roda dan ban. Setelah mempelajari modul ini peserta diklat diharapkan dapat memahami cara memperbaiki roda dan ban.

B. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari secara keseluruhan materi kegiatan belajar dalam modul ini peserta diklat diharapkan :

1. Mampu mengidentifikasi konstruksi jenis roda dan ban berdasarkan spesifikasi.
2. Mampu menafsirkan penyebab kerusakan pada roda dan ban.

C. Kompetensi

1. Standar kompetensi : Memperbaiki roda dan ban
2. Kompetensi Dasar : Mengidentifikasi konstruksi roda dan ban serta sistem pemasangan.

BAB II PEMBELAJARAN

A. Kegiatan Pembelajaran

1. Kegiatan Pembelajaran 1 : Mengidentifikasi Konstruksi Jenis Roda

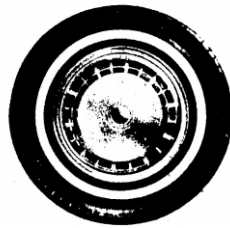
a. Tujuan Kegiatan Belajar 1

1. Peserta dapat menjelaskan pengkonstruksian roda dilaksanakan tanpa menyebabkan kerusakan terhadap komponen atau sistem lainnya.
2. Peserta dapat menjelaskan informasi yang benar diakses dari spesifikasi pabrik dan dipahami.
3. Peserta dapat memeriksa roda untuk mengidentifikasi tanda dan titik pemasangannya.
4. Peserta dapat mengklasifikasikan konstruksi roda dan metode pemasangannya.

b. Uraian Materi 1

Pelek dan Ban

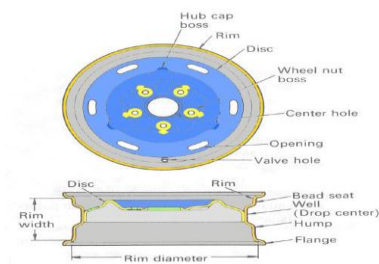
Pada umumnya roda yang digunakan pada mobil seperti terlihat pada gambar 1. Roda dapat dibagi menjadi pelek dan ban. Pelek roda dan ban ini pada manusia dapat diumpamakan sebagai kaki dan sepatu. Roda meluncur disepanjang jalan sambil memikul berat kendaraan. Ban berfungsi meredam kejutan-kejutan yang ditimbulkan oleh keadaan permukaan jalan dan mencegah kejutan ini berpindah ke bodi.



Gambar 1. Pelek dan Ban

1) Pelek roda (*Disc Wheel*)

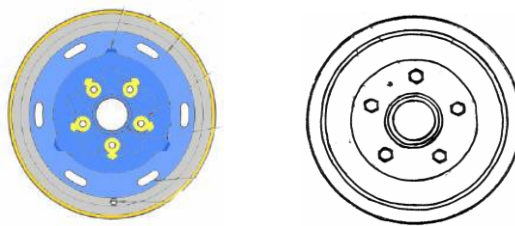
Ban tidak dapat dipasang langsung pada mobil, tetapi dipasang pada roda-roda, biasanya pelek (*disc wheel*). Karena roda merupakan bagian penting yang menyangkut keselamatan mengemudi, maka harus cukup kuat untuk menahan beban vertikal dan horisontal, beban pengendaraan dan pengereman dan berbagai macam tenaga yang tertumpu pada ban. Disamping itu roda harus ringan mungkin. Tambahan pula ban harus dibalance dengan baik, dengan demikian dapat berputar lembut pada putaran tinggi, dan pelek harus dibuat akurat agar dapat mengikat ban dengan baik.



Gambar 2. Penampang pelek roda

2) Tipe Pelek Roda

Pada gambar 2. memperlihatkan sebuah model roda yang banyak digunakan pada mobil penumpang. Beberapa roda ada yang menggunakan ruji-ruji, dan disc wheel yang banyak digunakan ini terbuat dari baja plat yang dipres dalam bentuk tertentu. Rim dilaskan menjadi satu dibagian luar disekeliling roda untuk memungkinkan pemasangan ban. Roda dipasangkan pada hub atau poros (axle shaft) dengan menggunakan empat atau enam buah baut tanam (hub bolt). Mur roda dibuat sedemikian rupa sehingga pelek dapat menempatkan posisinya dengan tepat dan center secara otomatis pada axle hub saat pemasangan. Berat pembalans (balance weight) kadang-kadang ada terpasang diluar disekeliling rim untuk membalance roda. Baut-baut yang dipasangkan pada roda disebut baut-baut hub, dan tutup yang menutupi baut-baut ini disebut tutup roda (wheel drop). Pelek roda dapat dibedakan menurut metode pembuatan dan bahannya. Ada dua tipe yang umumnya digunakan sekarang : yaitu baja press dan campuran besi tuang (cast light alloy).



Pelek dari Campuran Besi

Pelek Baja Press

Gambar 3. Tipe pelek roda

Pelek Baja Press

Pelek tipe (pressed-steel disc wheel) ini terdiri dari rim yang dilas. Disc dibuat dari lembaran baja yang dipres. Konstruksi seperti ini mudah untuk diproduksi dalam jumlah yang banyak. Pada umumnya mobil menggunakan tipe ini karena tahan lama dan kualitasnya merata.

Pelek dari Bahan Campuran Besi Tuang

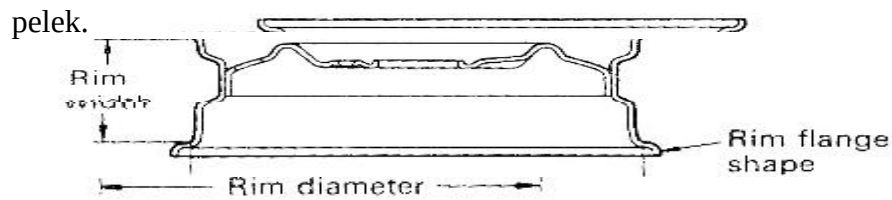
Pelek (*cast light-alloy disc wheel*) ini terbuat dari bahan campuran biasanya dari aluminium atau magnesium. Pada umumnya digunakan untuk mengurangi berat dan menambah penampilan kendaraan.

Hal yang perlu diperhatikan dalam menangani pelek aluminium adalah :

- Pada kendaraan yang menggunakan pelek aluminium, bila melepasnya untuk sementara, umpamanya untuk rotasi ban, perbaikan, atau bila memasang pelek yang baru pada kendaraan, maka setelah 1500 km roda dipasang periksalah kekerasan mur rodanya.
- Bila menggunakan rantai ban, berhati-hatilah memasangnya agar tidak merusak pelek aluminium.
- Gunakanlah khusus untuk pelek aluminium.
- Bila perlu membalance roda, gunakanlah balance weight khusus untuk pelek aluminium. Gunakanlah palu plastic atau karet dan bukan logam untuk memasangnya.
- Seperti halnya pelek jenis lainnya, periksalah pelek aluminium secara teratur.

3) Sistem Kode Spesifikasi Pelek

Ukuran pelek tercetak pada permukaan pelek itu sendiri. Biasanya meliputi lebar, bentuk dan diameter



Gambar 4. Kode Spesifikasi Pelek

Misalnya: 5.50 F x 15 SDC

Keterangan 5.50 : Lebar pelek (dalam inchi)

F : Bentuk flens pelek

15 : Diameter pelek (dalam inchi)

SDC : Tipe rim

4) Pelek

Penggunaan pelek (atau rim) yang betul akan bermanfaat bagi kemampuan ban yang dipakai dan keamanan dalam mengendarai mobil. Menurut standard industri Jepang (JIS), pelek dibagi menjadi enam kategori sebagai berikut :

Nama	Singkatan
Divided Type Rim	D.T.
Drop Center Rim	D.C.
Wide Drop Center Rim	W.D.C.
Semi Drop Center Rim	S.D.C.
Flat Base Rim	I.R.

❖ Divide Type Rim

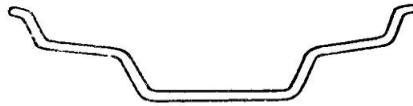


Gambar 5. Divide Type Rim

Pelek jenis ini digunakan untuk mobil kecil, mesin pertanian, dan kendaraan industri (forklift dan sebagainya). Divide Type Rim paling cocok untuk keperluan buka dan pasang ban secara mudah. Tempat kedudukan bead tidak datar, tetapi miring pada kedua sisi, menurun kearah pusat dan membentuk apa yang dinamakan “taper”. Bead yang miring mencegah penggeseran dan akan menghasilkan pegangan yang kuat dari bead dan pelek.

❖ Drop Center Rim

Pelek ini digunakan terutama untuk mobil sedan dan truk kecil. Terdiri dari satu bagian saja (Devide type terdiri dari dua bagian). Bentuk bagian tengah yang cekung dimaksudkan untuk memudahkan pemasangan bead. Disini juga ada “taper” untuk mencegah pergeseran diantara ban dan pelek.



Gambar 6. Drop Center Rim

❖ Wide Drop Center Rim



Gambar 7. Wide Drop Center Rim

Belakangan ini ban dengan tekanan angin rendah telah digunakan untuk menambahkan kenyamanan dalam mengendarai mobil. Ban-ban tersebut lebih lebar daripada jenis yang biasa dan oleh karena itu, memerlukan suatu Wide Drop Center Rim (lebih lebar). Kebanyakan ban ini digunakan untuk mobil sedan dan truk kecil.

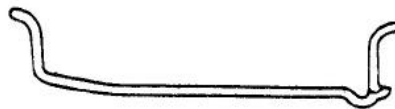
❖ Semi Drop Center Rim



Gambar 8. Semi Drop Center Rim

Semi Drop Center Rim digunakan terutama untuk ban truk kecil. Bentuk bagian tengah yang sedikit cekung memudahkan penggantian ban. Kontak antara ban dan pelek diperbesar dengan adanya “taper”. Hasilnya lebih baik daripada yang diberikan oleh jenis Flat Base biasa. Semi Drop Center Rim terdiri dari 3 bagian untuk memudahkan penggantian ban. Cincin yang dipasang diantara flens dan pelek induk disebut Cincin Pengunci (Lock Ring). Tetapi dewasa ini, pelek dengan 2 bagian (tanpa cincin pengunci) lebih sering digunakan, bagian yang dapat dilepas disebut Cincin Samping (Side Ring).

❖ Flat Base Rim



Gambar 9. Flat Base Rim

Flat Base Rim digunakan untuk truk dan bus. Struktur pelek rata dan kuat dan oleh karena itu, dapat menahan beban yang lebih berat. Seperti pada semi drop center rim, pelepasan dari cincin samping adalah untuk pemasangan dan pelepasan ban. Pelek jenis ini sekarang dibuat lebih lebar. Tempat kedudukan bead sebelah kiri pada gambar 8, tidak begitu jelas kelihatan tetapi ada “taper” sedikit. Pada sisi dimana cincin samping berada, tidak ada taper. Jadi disini pemasangan bead tidak begitu baik, karena itu tidak direkomendasikan pemakaian pelek jenis ini.

❖ Interim Rim



Gambar 10. Interim Rim

Interim Rim mempunyai konstruksi yang sama dengan Flat Base Rim yang lebar (Wide Base Rim) dan merupakan model yang telah disempurnakan dari Flat Base Rim. Dari hasil eksperimen yang bertahun-tahun ditemukan bahwa perbandingan (ratio) yang terbaik antara lebar pelek dan ban adalah sekitar 70%. Penggunaan pelek yang lebih lebar memberikan pencegahan yang baik terhadap pembangkitan panas dalam ban, umur ban yang pendek (dibandingkan dengan pelek yang lebih tua dengan lebar kira-kira 57 % dari lebar ban).

5) Ukuran Pelek

Contoh : 5.00 S x 20 F.B.

Keterangan :

5.0 = Lebar pelek (=lebar dasar ban) dalam inchi.

S = bentuk flens dari pelek.

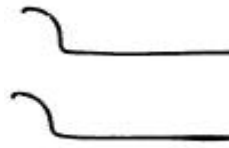
Ada 20 macam, dari A sampai V.

20 = diameter pelek dalam inchi.

F.B. = Flat Base Rim.

NAMA	BENTUK DASAR	PENGGUNAAN
D.T. (Divided Type Rim)		
D.C. (Drop Center Rim)		
S.D.C. (Semi Drop Center Rim)		

F.B.
(Flat Base Rim)



Gambar 11. Bentuk Dasar Pelek

Ban

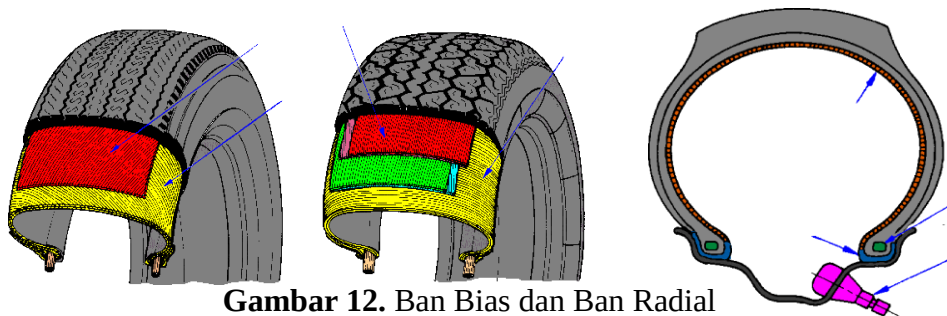
Ban kendaraan dapat dibagi menjadi: ban bias, radial dan tubeless (tanpa ban dalam).

a) Ban Bias

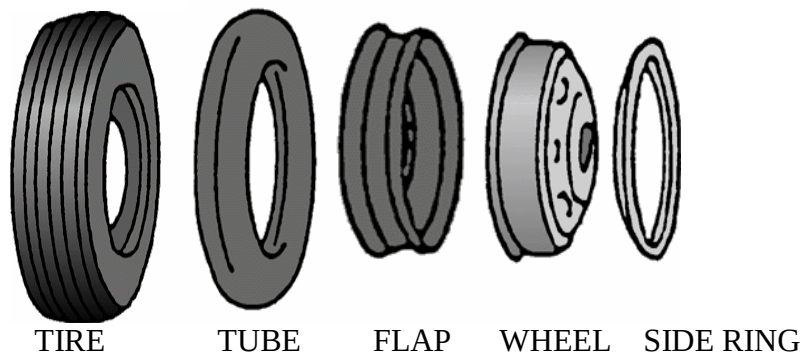
Ban ini dibuat dengan lapisan serat arah miring. Memiliki tapak (tread) dengan daya serap benturan yang baik sehingga memberikan kenyamanan berkendara. Adapun ketahanan terhadap keausan dan guncangan (rol) tidak sebaik ban radial.

b) Ban Radial

Lapisan serat pada ban ini menyilang lingkaran ban, ditambah lapisan sabuk searah lingkaran ban. Tipe ban ini, sabuk terbuat dari serat baja. Ban ini disebut ban radial baja. Tapaknya lebih kaku, lebih tahan terhadap guncangan dan keausan dari pada tipe bias, namun kurang nyaman pada jalan tidak rata.



Gambar 12. Ban Bias dan Ban Radial

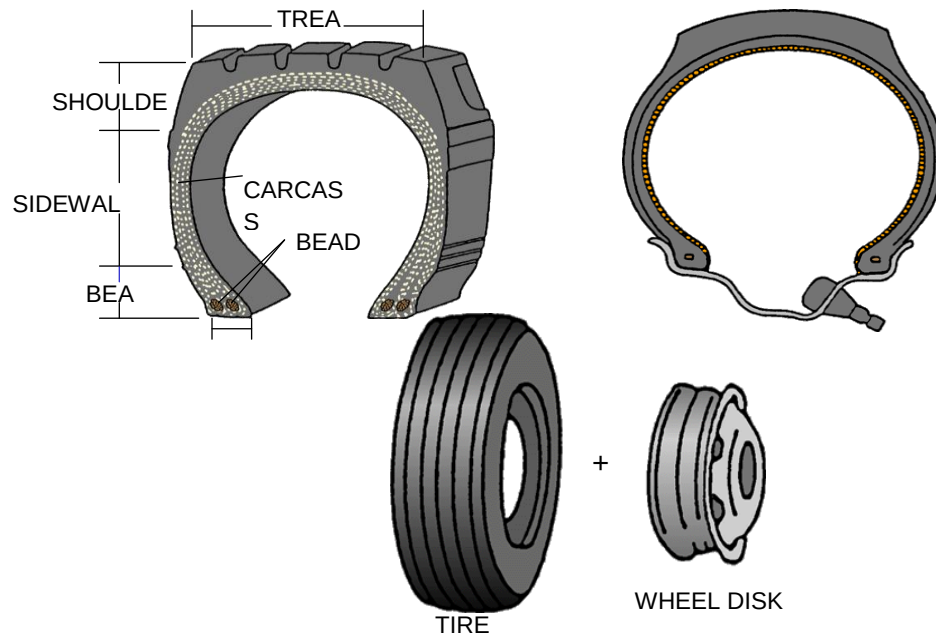


Gambar 13. Roda dan Ban Dalam

c) Ban Tubeless

Tipe ini dirancang untuk menahan udara langsung didalamnya tanpa menggunakan ban dalam. Dilengkapi dengan lapisan dalam untuk menghindari kebocoran udara serta berfungsi untuk menghambat udara bocor dengan cepat saat ban tertusuk, sehingga tingkat keamanannya cukup baik. Keuntungan Ban Tubeles yaitu saat

ban terkena paku atau benda tajam lainnya, tread dan liner mencengkeram kuat pada paku, sehingga dapat mencegah kebocoran udara sehingga ban tidak cepat kempis. Karena udara dalam ban berhubungan langsung dengan rim, transfer radiasi panas akan lebih baik. Dengan dihilangkannya ban dalam, flap dan side ring ban menjadi lebih ringan.



Gambar 14. Roda Dengan Ban Tubeless

d) Kode ukuran ban dan roda

Umumnya ukuran ban dan roda berdasar lebar, kekerasan, ketebalan, serta sifat lainnya.

Tabel 1. Kode ukuran ban dan roda

Jenis ban		Contoh nominasi ban
Dengan Ban Dalam	Ban bias	10.00 – 20 – 14PR
	Ban radial	10.00 – 20 – 14PR
Tubeless	Ban bias	11-22.5 – 14PR
	Ban radial	11R22.5 – 14PR
Ban radial ultra flat		225 / 70 R22.5 – 14 0 / 137J

Membaca Kode Ban

a) Ban dengan ban dalam

10.0 – R – 20 – 14PR

Keterangan :

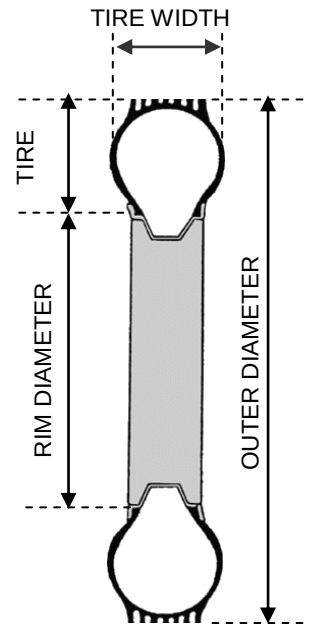
10.0 : Lebar ban (inchi)
R : Konstruksi radial
20 : Diameter rim (inchi)
14PR : Kekuatan ban (PR)

b) Ban tubeless

11 – R – 22.5 – 14PR

Keterangan :

11 : Lebar ban (inchi)
R : Konstruksi radial
22.5 : Diameter Rim (Inchi)
14PR : Kekuatan ban (PR)



Gambar 15. Kode Ban

Metode ISO

c) Ban radial ultra flat

225 / 70 – R – 22.5 – 140 – 137 – J

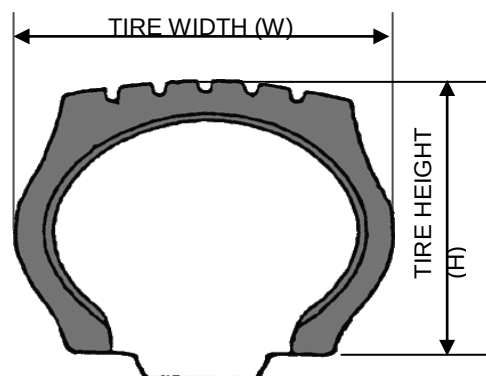
Keterangan :

225 : Lebar ban (inchi)
70 : Rasio Ketebalan
R : Konstruksi radial
22.5 : Diameter Rim (Inchi)
140 : Indek muatan (roda tunggal)
137 : Indek muatan (roda ganda)
J : Simbol kecepatan

PR (Play Rating)

Rating merupakan satu istilah yang dipakai untuk menyatakan kekuatan ban, berdasarkan pada kekuatan serat katun yang ditentukan oleh JIS. Semakin banyak jumlah lapisan, semakin tinggi kekuatan ban. Dengan kata lain, jumlah ini menyatakan berapa banyak lapisan benang katun (*carcass*) yang membentuk kerangka ban yang sama. 14PR tidak berarti bahwa ban mempunyai 14 lapisan serat katun.

Rasio Ketebalan dan Tingkat Ketebalan

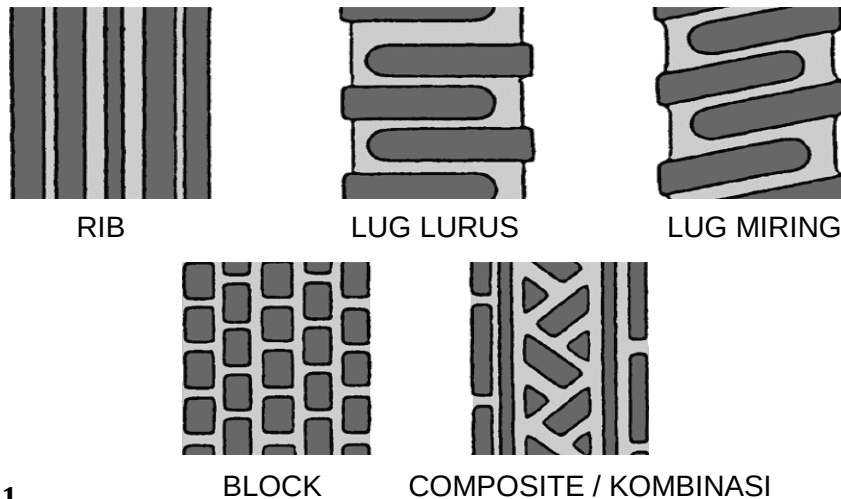


Ratio Ketebalan : $\frac{W}{H}$	Tingkat Kerataan : $\frac{W}{H} \times 100$
---------------------------------	---

Gambar 16. Ratio Ketebalan dan Tingkat Kerataan

d) Pola tapak ban (*Tread pattern*)

Jenis, ukuran dan play rating ban ditentukan pada tahap desain kendaraan, tetapi pola tapak dapat ditentukan menurut kondisi pelayanan. Menurut tapaknya secara umum ban diklasifikasikan menjadi 5 pola dasar sebagai berikut.



d. Tugas 1.

- Jelaskan arti dari kode pelek di bawah ini!
 - 4 ½ - **Gambar 17.** Pola Dasar Tread Pattern
 - 5.50 F x 15 SDC
- Jelaskan arti dari kode ban di bawah ini !
 - 250/70 R 17 - 120 110 O
 - 10-18 - 18PR
- Jelaskan tentang bagian-bagian konstruksi ban!

e. Tes Formatif 1

- Jelaskan secara singkat tentang pelek baja press dan campuran besi tuang!
- Terangkan tentang pelek *Semi Drop Center Rim*!
- Jelaskan tentang jenis ban bias, radial dan tubeless!

f. Kunci Jawaban Formatif 1

- Pelek tipe (*pressed-steel disc wheel*) ini terdiri dari rim yang dilas. Disc dibuat dari lembaran baja yang dipres. Konstruksi seperti ini mudah untuk diproduksi dalam jumlah yang banyak. Pada umumnya mobil menggunakan tipe ini karena tahan lama dan kualitasnya merata. Sedangkan pelek (*cast light-alloy disc wheel*) ini terbuat dari bahan campuran terutama dari aluminium atau magnesium. Pada umumnya digunakan untuk mengurangi berat dan menambah penampilan kendaraan.

2). Semi Drop Center Rim



Pelek Semi Drop Center Rim

Semi Drop Center Rim digunakan terutama untuk ban truk kecil. Bentuk bagian tengah yang sedikit cekung memudahkan penggantian ban. Kontak antara ban dan pelek diperbesar dengan adanya “taper”. Hasilnya lebih baik daripada yang diberikan oleh jenis Flat Base biasa. Semi Drop Center Rim terdiri dari 3 bagian untuk memudahkan penggantian ban. Cincin yang dipasang diantara flens dan pelek induk disebut Cincin Pengunci (*Lock Ring*). Tetapi dewasa ini, pelek dengan 2 bagian (tanpa cincin pengunci) lebih sering digunakan, bagian yang dapat dilepas disebut Cincin Samping (*Side Ring*).

3). Ban kendaraan dapat dibagi menjadi : ban *bias*, *radial* dan *tubeless* (tanpa ban dalam).

a). Ban Bias

Ban ini dibuat dengan lapisan serat arah miring. Memiliki tapak (*tread*) dengan daya serap benturan yang baik sehingga memberikan kenyamanan berkendara. Adapun ketahanan terhadap keausan dan guncangan (rol) tidak sebaik ban radial.

b). Ban Radial

Lapisan serat pada ban ini menyilang lingkaran ban, ditambah lapisan sabuk searah lingkaran ban. Tipe ban ini sabuk terbuat dari serat baja disebut ban radial baja. Tapaknya lebih kaku, lebih tahan terhadap guncangan dan keausan daripada tipe bias, namun kurang nyaman pada jalan tidak rata.

c). Ban Tubeless

Tipe ini dirancang untuk menahan udara langsung didalamnya tanpa menggunakan ban dalam. Dilengkapi dengan lapisan dalam untuk menghindari kebocoran udara serta berfungsi untuk menghambat udara bocor dengan cepat saat ban tertusuk, sehingga tingkat keamanannya cukup baik. Keuntungan Ban Tubeless yaitu saat ban terkena paku atau benda tajam lainnya, tread dan liner mencengkeram kuat pada paku, sehingga dapat mencegah kebocoran udara sehingga ban tidak cepat kempis. Karena udara dalam ban berhubungan langsung dengan rim, transfer radiasi panas akan lebih baik. Dengan dihilangkannya ban dalam, flap dan side ring ban menjadi lebih ringan.

2. KEGIATAN BELAJAR 2 : Pemeriksaan Roda

a. Tujuan Kegiatan Belajar 2

Peserta memiliki kemampuan :

- 1). Menjelaskan pemeriksaan roda dan pemasangannya dari kerusakan dan keausan, kelayakan, material asing dan keretakan.
- 2). Menjelaskan pemeriksaan spesifikasi dan membandingkan kondisi keadaan ban.
- 3). Menjelaskan temuan yang didapat dan merekomendasikan secara lengkap.

b. Uraian Materi 2

Batas Pemakaian Ban Luar

Indikator Keausan Ban (T.W.I = Tread Wear Indicator). Indikator keausan ban adalah tonjolan di dalam tread yang jumlahnya empat sampai enam di sekeliling ban. Tingginya 1,6 sampai 1,8 mm dari dasar tread. Apabila keausan tread mencapai indikator, hal ini menunjukkan batas keausan ban dan saatnya ban harus diganti. Berikut ini merupakan alasan mengapa ban yang keausannya sudah mencapai TWI harus diganti.



TREAD WEAR INDICATOR
Gambar 22. Indikator Keausan Ban (T.W.I)

Hydroplaning

Genangan air di jalan yang menjadi penyekat antara ban dengan permukaan jalan, sehingga mengurangi daya cengkeram ban (road holding).

Faktor yang mempengaruhi hydroplaning :

	Aman	Berbahaya
1). Kecepatan :	Rendah	Tinggi
2). Tekanan Angin :	Tinggi	Rendah
3). Alur Telapak Ban :	Ada alur	Gundul

Pengendaraan di Jalan Basah

Ban yang baik harus dapat mengalirkan air minimal sebanyak 4 s/d 5 liter per detik, ketika kendaraan berkecepatan 60 km/jam. Bila ketentuan tersebut tidak terpenuhi, maka kemungkinan-kemungkinan yang dapat terjadi ialah :

- 1). Terjadi peningkatan permukaan air di depan ban,
- 2). Bila kecepatan kendaraan meningkat, ban/kendaraan akan berjalan di atas air (terjadi *Aquaplane / Hydroplane*),
- 3). Daya cengkeram kurang, kendaraan tidak dapat dikendalikan dengan baik (ada resiko slip), mengurangi kemampuan pengereman.

Pengendalian di Jalan Basah

Alur telapak ban dirancang sedemikian rupa untuk dapat membuang / mengalirkan air dengan baik, agar terjadi kontak area antara telapak ban dengan permukaan jalan.

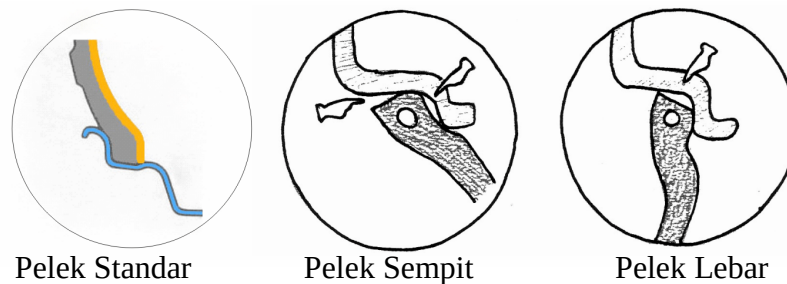
Faktor-faktor yang mempengaruhi pembuangan air :

- 1). Kedalaman alur telapak
- 2). Kelebaran alur telapak
- 3). Jumlah alur telapak
- 4). Jenis pola telapak
- 5). Kecepatan kendaraan

Pemakaian pelek yang tidak sempurna akan mengakibatkan :

- 1). Posisi kedudukan bead kurang sempurna (tidak melekat dengan baik).
- 2). Ketika menikung, ban mungkin lepas dari pelek.
- 3). Tidak dapat menjaga tekanan angin ban tubeless dengan sempurna.
- 4). Ban dalam mungkin koyak karena terjepit bead pada pelek yang lebih sempit.
- 5). Pada pelek yang lebih lebar, dinding samping ban terlalu tegang (tidak lentur), sehingga pengendalian menjadi keras.

Pemakaian Pelek yang Tidak Sempurna



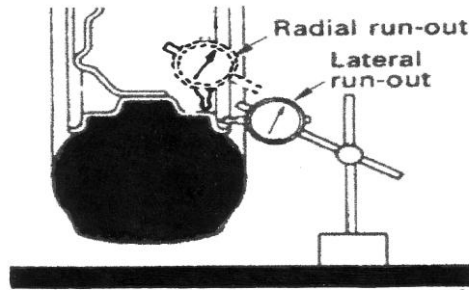
Gambar 23. Posisi Ban Terhadap Pelek

Penggunaan Ban dan Pelek yang Sesuai

- 1). Ban luar radial harus memakai ban dalam radial.
- 2). Gunakan ban dengan spesifikasi teknis yang seragam.
- 3). Gunakan pelek ukuran standar, sesuai dengan ukuran ban.
- 4). Gunakan pelek Hump Rim untuk ban tubeless.
- 5). Mengemudi dengan cara yang wajar.

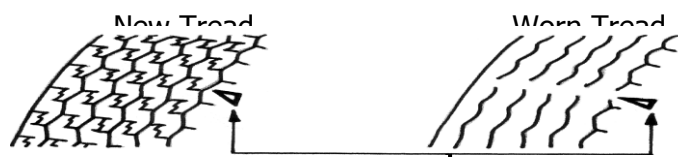
Pemeriksaan Ban Luar

- 1). **Kesesuaian ban terhadap pelek yang digunakan.** Ukuran ban harus sesuai dengan pelek yang digunakan. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan melihat ukuran ban yang tertera pada sidewall dan dibandingkan dengan ukuran pelek yang digunakan. Ukuran pelek biasanya tertera pada pelek tersebut. Pemakaian pelek yang tidak sempurna akan mengakibatkan akibat seperti telah diuraikan di atas. Penting juga memeriksa run out pelek roda, yaitu seperti gambar dibawah ini.



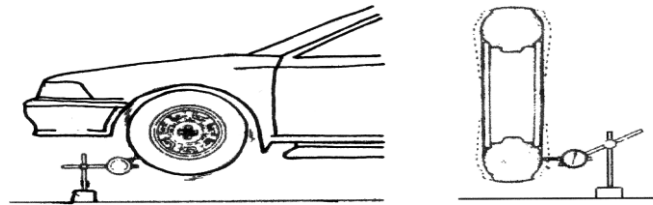
Gambar 24. Memeriksa Run Out Pelek

- 2). **Pemeriksaan keausan ban.** Keausan ban dapat dilihat dengan melihat indikator keausan ban pada tread. Apabila keausan tread mencapai indikator, hal ini menunjukkan batas keausan ban dan saatnya ban harus diganti.



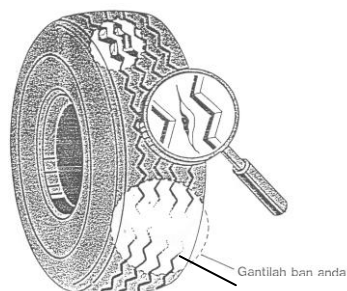
Gambar 25. Pemeriksaan Keausan Ban

- 3). **Tekanan angin.** Tekanan angin ban yang tidak sesuai akan menyebabkan kerusakan pada ban dan memperpendek umur ban, diantaranya : keausan tread tidak rata, lepasnya ikatan ply-cord dari karet ban, dan keretakan pada daerah sidewall. Oleh karena itu penting juga dilakukan memeriksa keolengan roda, seperti gambar dibawah ini. (keolengan roda : 1,0 mm)



Gambar 26. Pemeriksaan Run-Out Ban

- 4). **Kerusakan luar.** Kerusakan luar dari ban merupakan kerusakan yang dapat diamati secara visual.



Gantilah ban Anda

Bila tanda slip sudah terlihat

Gambar 27. Pemeriksaan Kerusakan Luar Ban

a). Rib Tear

Ada bagian alur Rib yang robek dan terlepas dari telapak ban. Tear Rib disebabkan posisi telapak ban tidak menapak ke permukaan jalan dengan

sempurna, sehingga konsentrasi berat hanya bertumpu pada sebagian kecil telapak. Karena beban tidak sesuai dengan kekuatan bagian ban yang memikul, maka terjadi kerusakan.

b). Separation

Pada bagian luar ban terjadi benjolan (bagian yang menggelembung) terutama pada shoulder, atau pada sidewall. Ini disebabkan terlepasnya ikatan ply-cord dari karet ban yang disebabkan beban berat, tekanan angin kurang dan kecepatan tinggi.

c). C.B.U

Terputusnya ply-cord pada sidewall, kerusakan dapat dilihat dari sisi dalam ban. Penyebab kerusakan ini adalah tekanan ban sangat kurang, sehingga terjadi defleksi (pergerakan-pergerakan) yang besar pada sidewall. Gaya regang tarik yang berulang-ulang menyebabkan ply-cord putus.

Macam dan Golongan Kerusakan Ban Luar

Tabel 2. macam dan Golongan Kerusakan Ban Luar

Macam dan Kondisi kerusakan		Penggolongan
Ply-cord putus (C.B.U)		Berbahaya
Retak alur	Mencapai benang / kanvas	Berbahaya
	Belum mencapai benang	Hati-hati
Rusak luar telapak	Mencapai benang / kanvas	Berbahaya
	Belum mencapai benang	Hati-hati
Retak dinding samping	Mencapai benang / kanvas	Berbahaya
	Belum mencapai benang	Hati-hati
Kerusakan bead (Bead broken)		Berbahaya
Lapisan ban terpisah (separation)		Berbahaya
Kebocoran/perbaikan yang tidak sempurna pada ban tubeless		Berbahaya

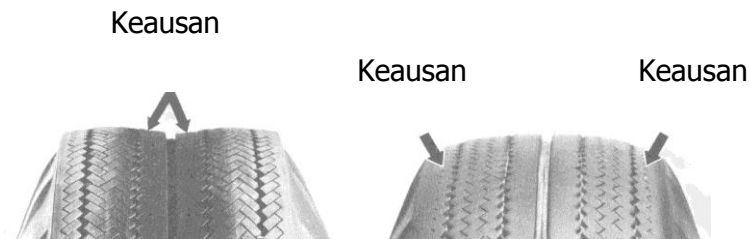
5). Keausan ban. Digolongkan menjadi dua, yaitu keausan karena umur pemakaian dan keausan yang tidak wajar. Tread yang aus secara merata merupakan keausan yang wajar yang terjadi karena umur pemakaian ban. Apabila tanda indikator keausan pada tread sudah terlihat, ban perlu diganti baru. Berikut ini merupakan keausan yang tidak wajar yang terjadi pada ban.

a). Ban Aus Pada Shoulder Atau Di Tengah

Penyebab utama keausan ban yang terpusat pada shoulder atau di tengah adalah kesalahan tekanan ban. Kalau tekanan ban terlalu rendah, maka bagian tengah akan cekung, dan beban akan tertumpu pada shoulder

sehingga akan aus lebih cepat daripada bagian tengah. Beban yang berlebihan juga akan berakibat sama.

Kalau tekanan ban terlalu tinggi, bagian tengah ban menjadi cembung, dan sebagian besar beban akan tertumpu di tengah sehingga keausannya lebih cepat daripada bagian shoulder.



Gambar 28. Aus Pada Tengah Tread dan Pada Shoulder

b). Keausan Ban Sebelah Dalam Atau Sebelah Luar

- (1) Keausan karena menikung, seperti terlihat di bawah adalah yang disebabkan karena berbelok dengan kecepatan yang berlebihan. Ban tergelincir dan mengakibatkan jenis keausan diagonal. Ini adalah masalah yang paling sering terjadi. Satu-satunya cara pencegahannya adalah pengemudi harus memperlambat kendaraan pada saat membelok.
- (2) Deformasi atau kelonggaran yang berlebihan pada bagian suspensi akan mempengaruhi front wheel alignment, dan mengakibatkan keausan ban tidak normal.
- (3) Kalau sebelah tread keausannya lebih cepat dari yang lain, penyebab utamanya adalah mungkin camber tidak tepat. Karena besarnya bidang singgung ban dengan jalan tergantung pada besarnya beban, ban dengan camber positif, diameter sebelah luarnya lebih kecil daripada sebelah dalam. Akibatnya, tread bagian luar akan slip pada jalan untuk mengejar jarak tempuh yang sama untuk tread bagian dalam. Kejadian slip ini mengakibatkan keausan yang berlebihan di sebelah luar tread. Untuk ban dengan camber negatif, keausan tread di sebelah dalam akan lebih cepat.

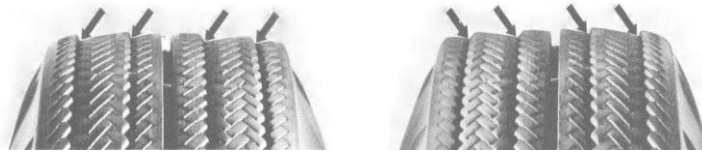


Gambar 29. Aus Sebelah Dalam dan Luar

c). Keausan Akibat Toe-In Atau Toe-Out (Aus Berbulu)

Penyebab utama aus berbulu pada tread ban adalah penyetelan toe-in yang tidak tepat. Toe-in yang terlalu besar akan memaksa roda slip keluar dan menggesek bidang singgung tread bagian dalam pada permukaan jalan, ini menyebabkan terjadinya keausan toe-in. permukaan tread akan membentuk susunan seperti bulu seperti terlihat pada gambar di bawah

ini. Ini dapat diketahui dengan jalan mengusapkan tangan pada tread dari bagian dalam ke bagian luar ban.



Gambar 30. Keausan Ban Akibat Toe – in

Dalam hal lain, toe-out yang berlebihan akan menarik ban ke dalam dan menggesek bidang singgung tread bagian luar pada permukaan jalan. Keausan toe-out yang terjadi bentuknya seperti gambar di bawah.



Gambar 31. Keausan Ban Akibat Toe – out

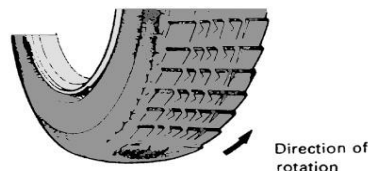
PENTING !

Kalau kedua ban menunjukkan keausan seperti ini, berarti penyetelan front end tidak tepat. Kalau hanya sebelah ban yang mengalami keausan seperti itu, kemungkinan penyebabnya adalah steering knuckle arm bengkok. Ini mengakibatkan toe-in atau toe-out sebelah ban lebih besar dari lainnya.

d). Keausan Toe-and-Heel

Keausan toe-and-heel adalah aus sebagian yang sering terjadi pada ban dengan pola tread block dan lug. Ban dengan tread berpola rib keausannya membentuk pola seperti gelombang.

Karena ban yang bukan penggerak roda tidak memperoleh gaya penggerak, tetapi hanya gaya pengereman, keausannya cenderung membentuk pola toe-and-heel. Keausan seperti ini juga akan terjadi jika rem secara berulang-ulang diinjak dan dilepaskan, yang mengakibatkan ban tergelincir pada jarak yang pendek berkali-kali.

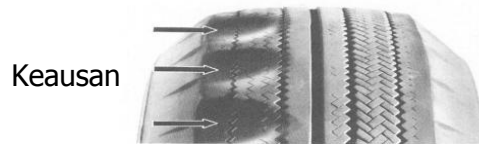


Gambar 32. Keausan Toe – and – Heel

e). Keausan Spot/Spot Wear (Cupping)

Keausan spot membentuk lekukan seperti mangkok pada beberapa bagian tread roda dan terjadi jika kendaraan berjalan pada kecepatan tinggi.

Keausan semacam ini terjadi karena tread roda mengalami slip pada interval yang teratur, seperti diterangkan di bawah. Kalau bearing roda, ball joint, tie rod end, dan lain-lain mengalami keausan yang berlebihan, atau kalau spindle bengkok, ban akan bergoyang pada titik tertentu di saat berputar dengan kecepatan tinggi, sehingga mengakibatkan gesekan yang kuat dan menyebabkan terjadinya keausan spot. Teromol rem yang telah berubah bentuk atau aus tidak merata menyebabkan terjadinya pengereman pada interval yang teratur, dan ini mengakibatkan terjadinya keausan spot dengan ukuran yang cukup besar melingkar pada ban.



Gambar 33. Keausan Spot

PENTING !

- Kanvas yang dipasang pada tread ban untuk menambal kebocoran atau tonjolan akan menyebabkan terjadinya keausan spot.
- Start, pengereman dan belokan tajam yang mendadak juga menyebabkan keausan spot.
- Roda yang tidak balance berlebihan juga menyebabkan

Batas Pemakaian Ban Dalam

- 1). Ban dalam yang keliling penampang luarnya telah mengembang sampai 92% atau lebih, dibandingkan dengan keliling penampang ban luar pada bagian dalam.
- 2). Ban dalam yang rusak / patah batang pentilnya.
- 3). Sudah melipat, aus, atau ada bagian yang lunak karetnya.

Pemilihan Ban dalam

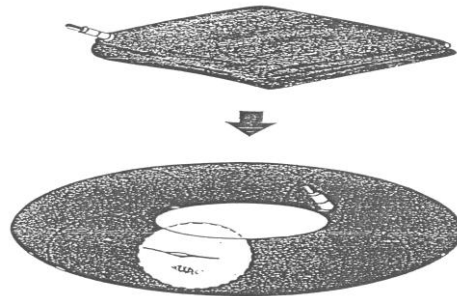
- 1). Ukuran ban dalam harus sesuai dengan ukuran ban luarnya.
- 2). Ban dalam baru dipasangkan dengan ban luar baru.
- 3). Gunakan merek ban dalam yang sama dengan merek ban luarnya.
- 4). Pilih ban dalam dengan pentil yang sesuai dengan klasifikasi ban luar dan jenis peleknya.
- 5). Pakailah isi pentil yang sesuai dengan jenis pentilnya dan selalu gunakan penutup pentil.

Pemeriksaan Ban dalam

Pemeriksaan ban dalam meliputi :

- 1). Kesesuaian dengan ban luar yang dipakai. Ban dalam dan luar harus menggunakan ukuran dan jenis yang sama. Ban luar radial harus menggunakan ban dalam radial juga.
- 2). Keliling penampang luar. Ban dalam yang keliling penampang luarnya telah mengembang sampai 92% atau lebih, dibandingkan dengan keliling penampang ban luar pada bagian dalam harus diganti baru.

- 3). Kondisi pentil. Pentil yang sudah tidak bekerja dengan baik (macet, karatan, bocor) tidak layak pakai dan harus diganti baru. Batang pentil yang rusak (karatan/bocor) menunjukkan ban dalam harus diganti. Pastikan tutup pentil ada dan terpasang.
- 4). Karet ban. Ban dalam yang sudah aus, melipat, sobek ataupun ada bagian yang lunak karetnya harus diganti baru. Ban dalam dengan tambalan yang sudah terlalu banyak juga harus diganti baru.



Gambar 34. Pemeriksaan Ban Dalam

Prosedur Pemeriksaan Ban dalam dan Ban Luar

1). Memeriksa Kerusakan Ban Luar

Prosedur Pemeriksaan Kerusakan Ban

- a). Bersihkan seluruh permukaan ban dari kotoran dan benda-benda asing yang menempel, bila perlu cuci dengan air bersih.
- b). Secara visual, periksa kesesuaian ukuran ban dengan pelek.
- c). Secara visual, periksa ban jika terdapat cacat atau rusak pada sisi luar dan sisi dalam dari ban. Kerusakan yang sering terjadi pada ban diantaranya : ply-cord putus (C.B.U), retak alur, rusak luar telapak, retak dinding samping, kerusakan bead, lapisan ban terpisah (separation), dan kebocoran/perbaikan yang tidak sempurna pada ban tubeless.
- d). Secara visual, periksa perubahan bentuk/keausan pada pola ban. Keausan yang sering terjadi pada ban adalah keausan normal dan keausan yang tidak normal, yakni : aus pada shoulder, aus pada bagian tengah tread, aus sebelah luar/dalam, aus menyamping/berbulu, aus tidak rata (*spot wear*), dan *toe-and-heel*.

2). Memeriksa Kerusakan Ban Dalam

Prosedur Pemeriksaan Ban dalam

- a). Bersihkan seluruh permukaan ban dalam dari kotoran dan benda-benda asing yang menempel.
- b). Periksa kesesuaian dengan ban luar yang dipakai. Ban dalam dan luar harus menggunakan ukuran dan jenis yang sama. Ban luar radial harus menggunakan ban dalam radial juga.
- c). Periksa keliling penampang luar. Ban dalam yang keliling penampang luarnya telah mengembang sampai 92% atau lebih, dibandingkan dengan keliling penampang ban luar pada bagian dalam harus diganti baru.
- d). Periksa kondisi pentil. Pentil yang sudah tidak bekerja dengan baik (macet, karatan, bocor) tidak layak pakai dan harus diganti baru.

Batang pentil yang rusak (karatan/bocor) menunjukkan ban dalam harus diganti. Pastikan tutup pentil ada dan terpasang.

- e). Periksa karet ban. Ban dalam yang sudah aus, melipat, sobek ataupun ada bagian yang lunak karetnya harus diganti baru. Ban dalam dengan tambalan yang sudah terlalu banyak juga harus diganti baru.

3). Memeriksa dan Mengatur Tekanan Udara Ban

a). Item yang perlu disiapkan:

- (1) Alat ukur ban
- (2) Chock udara untuk ban
- (3) Udara bertekanan

b). Prosedur

- (1) Pastikan bahwa kendaraan berada pada tempat yang rata dan roda dikanjal (bila ban masih terpasang).
- (2) Periksa tekanan udara ban.
- (3) Pompa ban
- (4) Atur tekanan udara sesuai spesifikasi.



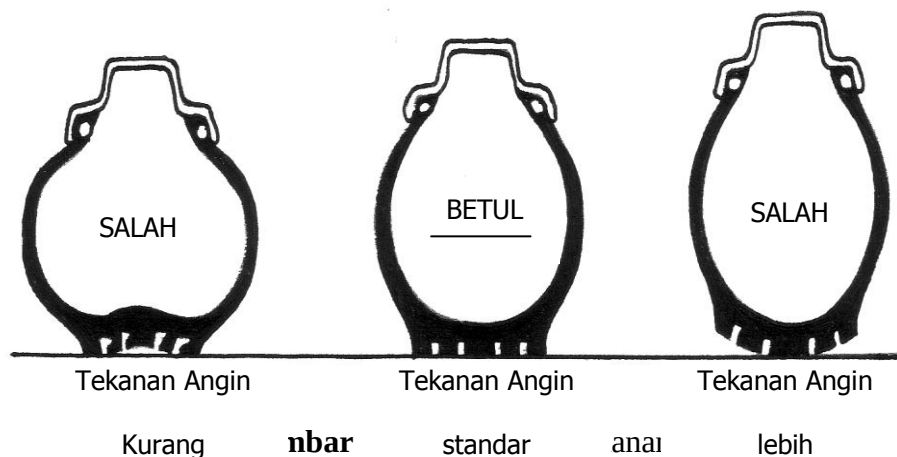
Senantiasa pasang tutup katup

Gambar 35. Pemeriksaan Tekanan Udara ban

c). Tekanan Udara Standar (dengan/tanpa barang)

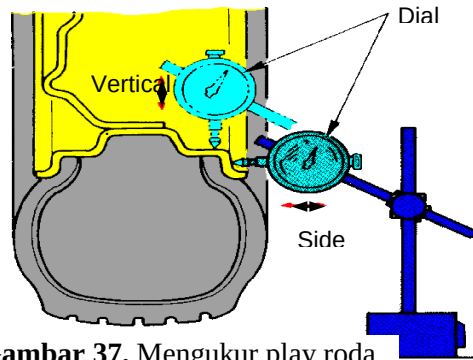
Tabel 3. Tekanan Udara Standar

Ukuran ban	Tekanan udara (kg/cm ²) (depan & belakang)
10.0R20-14PR	7.25
10.0-20-14PR	6.75
11R22.5-14PR	7.00
11/70R22.5-14PR	8.00
11.1-20-16PR	7.00



Hal-hal yang penting harus diperhatikan saat perbaikan

- 1). Selalu periksa tekanan ban untuk menghindari keausan yang tidak rata. Lihat buku petunjuk bengkel untuk tekanan ban.
- 2). Pastikan ban yang double (belakang) bertekanan yang sama.
- 3). Pastikan tidak ada benda asing pada permukaan kontak antara roda dan tromol rem pada saat pemasangan agar tidak terjadi perubahan bentuk (deformasi) dan kencangkan baut roda secara merata. Deformasi tromol rem mengakibatkan getaran saat pengereman.
- 4). Ukur *play* roda seperti pada gambar untuk mengetahui adanya deformasi serta kondisi pemasangan.



Gambar 37. Mengukur play roda

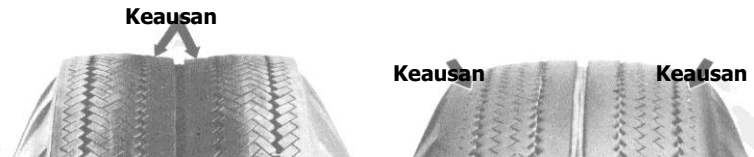
d. Tes Formatif 2.

- 1). Jelaskan jenis-jenis kerusakan pada ban biasa dan ban tubeless, dan jelaskan dengan gambar (sketsa) !
- 2). Jelaskan prosedur pemeriksaan kerusakan ban luar !
- 3). Jelaskan prosedur pemeriksaan kerusakan ban dalam !

e. Kunci Jawaban Formatif 2.

- 1). Jenis-jenis kerusakan pada ban biasa dan ban tubeless.
 - a). **Rib Tear.** Ada bagian alur Rib yang robek dan terlepas dari telapak ban yang disebabkan posisi telapak ban tidak menapak ke permukaan jalan dengan sempurna, sehingga konsentrasi berat hanya bertumpu pada sebagian kecil telapak. Karena beban tidak sesuai dengan kekuatan bagian ban yang memikul, maka terjadi kerusakan.
 - b). **Separation.** Pada bagian luar ban terjadi benjolan (bagian yang menggelembung) terutama pada shoulder, atau pada sidewall. Ini disebabkan terlepasnya ikatan ply-cord dari karet ban yang disebabkan beban berat, tekanan angin kurang dan kecepatan tinggi.
 - c). **C.B.U.** Terputusnya ply-cord pada sidewall, kerusakan dapat dilihat dari sisi dalam ban. Penyebab kerusakan ini adalah tekanan ban sangat kurang, sehingga terjadi defleksi (pergerakan-pergerakan) yang besar pada sidewall. Gaya regang tarik yang berulang-ulang menyebabkan ply-cord putus.
 - d). **Keausan ban.** Digolongkan menjadi dua, yaitu keausan karena umur pemakaian dan keausan yang tidak wajar. Tread yang aus secara merata merupakan keausan yang wajar yang terjadi karena umur pemakaian ban. Apabila tanda indikator keausan pada tread sudah terlihat, ban perlu diganti. Keausan yang tidak wajar yang terjadi pada ban:

- (1) Ban aus pada shoulder atau di tengah, disebabkan oleh kesalahan tekanan ban. Tekanan ban terlalu rendah/beban yang berlebihan menyebabkan shoulder aus lebih cepat daripada bagian tengah. Tekanan ban yang terlalu tinggi akan menyebabkan bagian tengah tread aus lebih cepat daripada bagian shoulder.



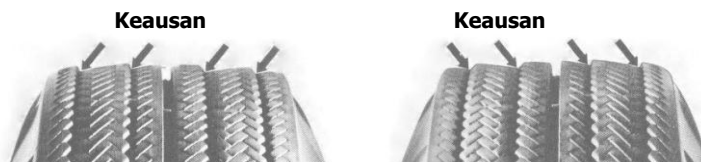
Gambar Aus Pada Tengah Tread dan Pada Shoulder

- (2) Keausan Ban Sebelah Dalam Atau Sebelah Luar. Kalau sebelah tread keausannya lebih cepat dari yang lain, penyebab utamanya adalah mungkin camber tidak tepat. Ban dengan camber positif, mengakibatkan keausan yang berlebihan di sebelah luar tread. Untuk ban dengan camber negatif, keausan tread di sebelah dalam akan lebih cepat.



Gambar Aus Sebelah Dalam dan Luar

- (3) Keausan Akibat Toe-In Atau Toe-Out (Aus Berbulu). Penyebab utama aus berbulu pada tread ban adalah penyetelan toe-in yang tidak tepat. Toe-in yang terlalu besar akan memaksa roda slip keluar dan menggesek bidang singgung tread bagian dalam pada permukaan jalan, ini menyebabkan terjadinya keausan toe-in.



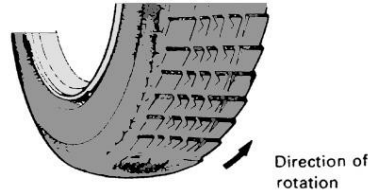
Gambar Keausan Ban Akibat Toe – in

Toe-out yang berlebihan akan menarik ban ke dalam dan menggesek bidang singgung tread bagian luar pada permukaan jalan. Keausan toe-out yang terjadi bentuknya seperti gambar di bawah.



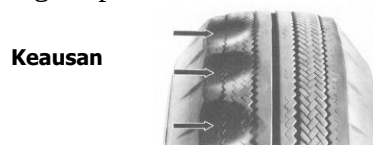
Gambar Keausan Ban Akibat Toe - out

- (4) Keausan Toe-and-Heel. Keausan toe-and-heel adalah aus sebagian yang sering terjadi pada ban dengan pola tread block dan lug. Keausan seperti ini juga akan terjadi jika rem secara berulang-ulang diinjak dan dilepaskan, yang mengakibatkan ban tergelincir pada jarak yang pendek berkali-kali.



Gambar Keausan Toe – and – Heel

- (5) Keausan Spot/Spot Wear (*Cupping*). Keausan spot membentuk lekukan seperti mangkok pada beberapa bagian tread roda dan terjadi jika kendaraan berjalan pada kecepatan tinggi. Keausan semacam ini terjadi karena tread roda mengalami slip pada interval yang teratur, seperti : bearing roda, ball joint, tie rod end mengalami keausan yang berlebihan, teromol rem yang telah berubah bentuk atau aus tidak merata menyebabkan terjadinya keausan spot dengan ukuran yang cukup besar melingkar pada ban.



Gambar Keausan Spot

- 2). Prosedur pemeriksaan ban luar.
- Bersihkan seluruh permukaan ban dari kotoran dan benda-benda asing yang menempel, bila perlu cuci dengan air bersih.
 - Secara visual, periksa kesesuaian ukuran ban dengan pelek.
 - Secara visual, periksa ban jika terdapat cacat atau rusak pada sisi luar dan sisi dalam dari ban. Kerusakan yang sering terjadi pada ban diantaranya : ply-cord putus (C.B.U), retak alur, rusak luar telapak, retak dinding samping, kerusakan bead, lapisan ban terpisah (separation), dan kebocoran/perbaikan yang tidak sempurna pada ban tubeless.
 - Secara visual, periksa perubahan bentuk/keausan pada pola ban. Keausan yang sering terjadi pada ban adalah keausan normal (karena umur pemakaian), dan keausan yang tidak normal, yakni : aus pada shoulder, aus pada bagian tengah tread, aus sebelah luar/dalam, aus berbulu, aus tidak rata (*spot wear*), dan *toe-and-heel*.
- 3). Prosedur pemeriksaan ban dalam.
- Bersihkan seluruh permukaan ban dalam dari kotoran dan benda-benda asing yang menempel, bila perlu cuci dengan air bersih.
 - Periksa kesesuaian dengan ban luar yang dipakai. Ban dalam dan luar harus menggunakan ukuran dan jenis yang sama. Ban luar radial harus menggunakan ban dalam radial

- c). Periksa keliling penampang luar. Ban dalam yang keliling penampang luarnya telah mengembang sampai 92% atau lebih, dibandingkan dengan keliling penampang ban luar pada bagian dalam harus diganti baru.
- d). Periksa kondisi pentil. Pentil yang sudah tidak bekerja dengan baik (macet, karatan, bocor) tidak layak pakai dan harus diganti baru. Batang pentil yang rusak (karatan/bocor) menunjukkan ban dalam harus diganti. Pastikan tutup pentil ada dan terpasang.
- e). Periksa karet ban. Ban dalam yang sudah aus, melipat, sobek ataupun ada bagian yang lunak karetnya harus diganti baru. Ban dalam dengan tambalan yang sudah terlalu banyak juga harus diganti baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2004). ***Melepas, Memasang dan Menyetel Roda***. Yogyakarta: FT. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Anonim. (1992). ***Basic Knowledge of Tire***. Bogor : PT. Bridgestone Tire Indonesia.
- Anonim. (1992). ***Bridgestone Tire Advisor***. Bogor : PT. Bridgestone Tire Indonesia.
- Anonim. (1992). ***Bridgestone Tire Maintenance***. Bogor : PT. Bridgestone Tire Indonesia.
- Anonim. (1987). ***Dasar-dasar Automotive***. Jakarta : PT. Toyota – Astra Motor.
- Anonim. (1995). ***Materi Pelajaran Chassis Group Step 2***. Jakarta : PT. Toyota – Astra Motor.
- Anonim. (1995). ***New Step 1 Training Manual***. Jakarta : PT. Toyota – Astra Motor.
- William K. Tobold & Larry Johnson. (1977). ***Automotive Encycyclopedia***. South Holland : The Good Heart – Wilcox Company Inc. Publisher.

MEMPERBAIKI SISTEM KEMUDI

BAB I PENDAHULUAN

D. Deskripsi

Modul ini membahas tentang cara memeriksa dan memperbaiki sistem/komponen kemudi manual dan kemudi hidrolis. Cakupan materi yang akan dipelajari dalam modul ini meliputi : (a) menjelaskan macam-macam sistem kemudi, dan (b) merumuskan penyebab gangguan pada sistem kemudi. Kegiatan belajar 1 membahas tentang macam-macam sistem kemudi. Kegiatan belajar 2 membahas tentang penyebab gangguan pada sistem kemudi. Setelah mempelajari modul ini peserta diklat diharapkan dapat memahami cara memperbaiki sistem kemudi dengan baik dan benar.

E. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari secara keseluruhan materi kegiatan belajar dalam modul ini peserta diklat diharapkan :

3. Memahami tentang macam-macam sistem kemudi.
4. Memahami cara merumuskan penyebab gangguan pada sistem kemudi dan cara memperbaikinya.

F. Kompetensi

3. Standar Kompetensi : Memperbaiki Sistem Kemudi
4. Kompetensi Dasar : Memeriksa kondisi sistem/komponen kemudi.

BAB II PEMBELAJARAN

A. Kegiatan Pembelajaran

1. Kegiatan Pembelajaran 1 : Sistem Kemudi Manual

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Adapun tujuan daripada Kegiatan Pembelajaran adalah sebagai berikut :

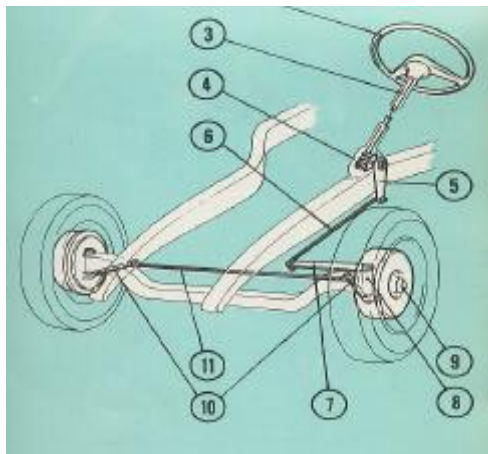
1. Memahami spesifikasi serta tata cara pemeriksaan sistem kemudi.
2. Mengetahui teknik pembongkaran pada sistem kemudi.
3. Mengetahui teknik pemasangan pada sistem kemudi.
4. Menganalisa serta penganggulan permasalahan yang terjadi pada kendaraan khususnya pada sistem kemudi.
5. Melakukan penyetelan sesuai dengan prosedur operasi standar.

b. Uraian Materi Pembelajaran

Sistem kemudi adalah suatu bagian dari sistem kendaraan, dimana kemudi berfungsi sebagai alat untuk menentukan arah daripada kendaraan. Sistem kemudi kendaraan dibagi menjadi dua bagian daripada sistemnya, yaitu sistem kemudi manual dan sistem kemudi hidrolik.

Klasifikasi cara-cara pemeriksaan sistem kemudi :

Untuk mengendalikan kendaraan, diperlukan alat untuk memutar roda depan sehingga dapat mengarahkan kendaraan ke arah yang dituju. Roda kemudi yang ada di depan pengendara dihubungkan oleh gigi dan ruas ke roda depan.

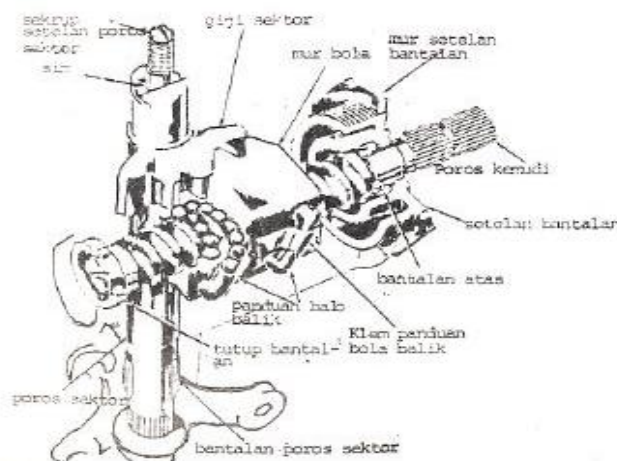


Keterangan :

1. Sistem kemudi
2. Roda kemudi
3. Kolom kemudi
4. Gigi-ulir kemudi
5. Tangan pitman atau tangan pembuang
6. Batang tarik atau batang kemudi
7. Tuas kemudi
8. Pena-pokok (pena-kisar)
9. Poros-kisar tumpul
10. Tangan kemudi
11. Batang-trek

Gambar 1. Gambar roda kemudi yang sederhana dari sistem kemudi

Roda depan ditunjang oleh engsel sehingga dapat diayunkan ke kiri atau kekanan. Roda-roda depan dihubungkan lengan kemudi ke batang tie, sedang batang tie ini dihubungkan ke lengan pitman . Saat roda kemudi diputar kekanan atau kekiri, roda gigi menggerakkan ujung lengan pitman berayun ke kanan atau ke kiri. Gerakan ini diteruskan oleh batang tie ke lengan kemudi hingga menyebabkan roda berayun ke kanan atau kekiri.



Gambar 2. Penampang Unit Kemudi

Pada ujung bawah poros kemudi terdapat gigi cacing. Gigi cacing ini berhubungan dengan gigi khusus disebut sektor. Sektor disatukan pada sebuah poros, dan pada ujung poros ini dihubungkan ke lengan pitman. Bila roda kemudi diputar, gigi

cacing pada poros kemudi berputar dan gigi sektor bergerak ke arah ujung poros kemudi atau sebaliknya.

Gerakan sektor mengakibatkan poros sektor berputar, gerak putar ini diteruskan ke lengan pitman hingga berayun ke kanan atau ke kiri. Kebanyakan sistem kemudi, ujung bawah poros kemudi berbentuk ulir cacing, sedangkan pada poros lengan pitman banyak macamnya. Ada diantaranya gigi kemudi menggunakan tekanan minyak untuk membantu menggerakkan kemudi. Jenis ini disebut sistem kemudi hidrolik atau power steering.

Kemudi Manual

a). Front End Geometry

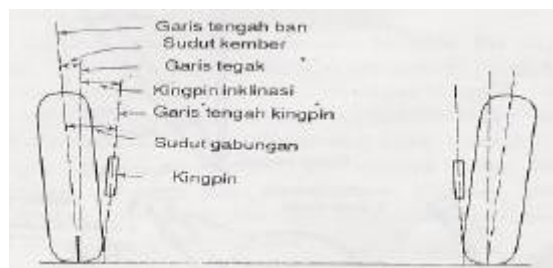
Sudut posisi depan disebut front end geometry, yaitu besar sudut yang berhubungan dengan sudut roda depan, bagaian yang mengikat roda depan dan kerangka kendaraan. Sudut posisi roda depan berhubungan erat dengan posisi kemiringan kingpin, arah sikap roda depan serta kemiringan roda depan. Semua ini sangat berpengaruh sekali terhadap keseimbangan kemudi, kualitas laju kendaraan dan pengaruh langsung terhadap keausan ban.

Berbagai faktor yang berhubungan dengan sudut posisi roda depan atau front end geometry diklasifikasikan dalam istilah sebagai berikut : camber, kingpin inclination, caster, toe-in dan Toe-out on turn.

b). Laras Imbang Roda

1. Kamber

Kamber berasal dari kata camber yaitu kemiringan roda depan bagian atas.



Gambar 3. Sudut kamber dan kingpin inklinasi

Bila kemiringan roda depan bagian atas mengarah keluar disebut kamber positif. Bila bagian atas roda miring kedalam disebut sudut kamber negatif. Besar kemiringan diukur dengan derajat dan disebut sudut kamber. Kemiringan roda depan saat kendaraan bergerak, akan mendekati posisi tegak bila diberi muatan atau beban.

Besarnya sudut kamber positif ataupun negatif akan menyebabkan ban cepat aus karena beban mengarah pada bagian lingkaran luar permukaan ban.

2. Kingpin Inklinasi (Kingpin Inclination)

Kingpin Inklinasi adalah kemiringan kingpin arah kedalam gambar 3.

Kingpin inklinasi mempunyai beberapa tujuan tertentu, yaitu :

1. membantu kestabilan kemudi, mengembalikan posisi roda atau kendaraan lurus ke arah depan setelah membelok.

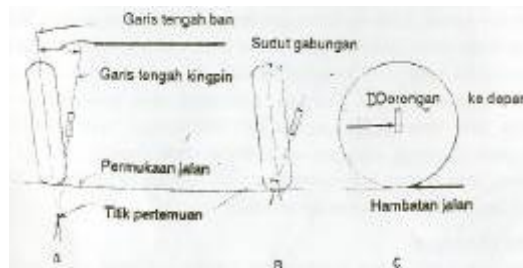
2. mengurangi tenaga mengemudi kendaraan saat jalan lurus.
3. mencegah keausan ban.

Kemiringan kingpin arah kedalam, menyebabkan roda akan tetap mengarah lurus kedepan dan akan memaksa roda kembali lurus kedepan sesaat setelah membelok.

3. Sudut gabungan

Sudut gabungan antara kamber dan kingpin inklinasi atau included angle adalah sangat penting karena keduanya bertemu pada satu titik pada dasar ban atau permukaan jalan.

Kecenderungan gerak arah keluar disebut Toe-out dan sebaliknya kecenderungan gerak roda ke dalam disebut Toe-in.



Gambar 4 Sudut Gabungan antara kamber dan kingpin inklinasi

4. Kester

Kester ini merupakan sudut yang akan mengontrol pengemudi atau arah lurus kendaraan sewaktu berjalan. Tujuan kester pada kendaraan adalah untuk mengontrol kendaraan supaya roda depan selalu kedepan atau kembali keposisi lurus setelah belokan (gambar 5).



Gambar 5. Kester

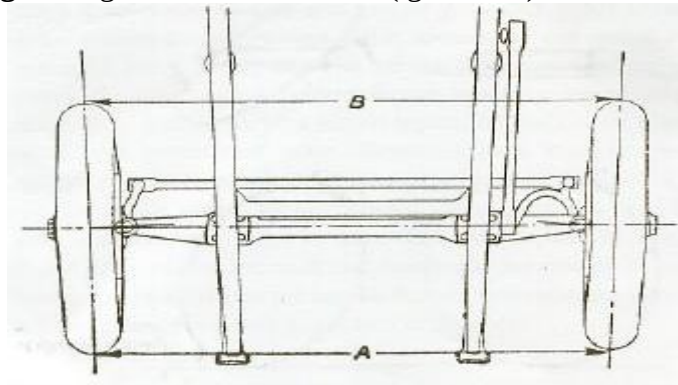
Selain dari kemiringan kingpin inklinasi, kingpin inipun dibuat miring ke belakang disebut kester positip. Kester positip membantu kestabilan gerak lurus kendaraan karena garis tengah kingpin berada didepan garis tengah roda. Jadi gaya dorong terhadap kingpin berada didepan hambatan gesekan antara permukaan jalan dan ban. Roda ditarik kedepan seperti roda yang terdapat pada alat untuk membawa orang sakit ke rumah sakit, gambar 5. selain dari pada itu kedua roda depan akan cenderung bergilir ke luar bila mempunyai sudut kester positip. Tetapi bila roda depan mempunyai sudut kester negatif, roda cenderung bergilir kedalam.

5. Toe-in

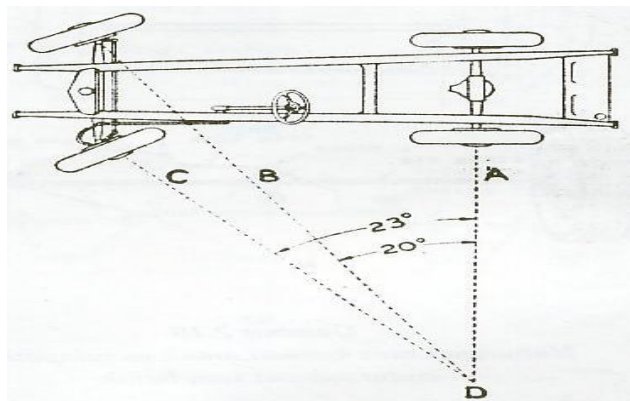
Toe-in adalah arah serong kedalam roda dan depan cenderung bergilir kedalam saat kendaraan bergerak lurus kedepan. Jarak antara bagian A kedua roda muka lebih kecil dari jarak B (gambar 6). besarnya perbedaan jarak ini hanya beberapa mm, untuk menyetabilkan kemudi, mencegah selip serta mengurangi keausan ban.

Toe-in roda depan juga mengimbangi lenturan kecil pada sistem pendukung roda akibat gerakan kendaraan waktu jalan lurus. Lenturan ini disebabkan hambatan

terhadap bergilirnya ban pada permukaan jalan. Walaupun terhadap Toe-in, roda depan tetap berputar sejajar saat kendaraan bergerak lurus. Jika dilihat dari atas kendaraan jarak bagian **depan A** lebih kecil dari jarak bagian **belakang B** dengan nama lain Toe-in. (gambar 6)



Gambar 6 Toe-in



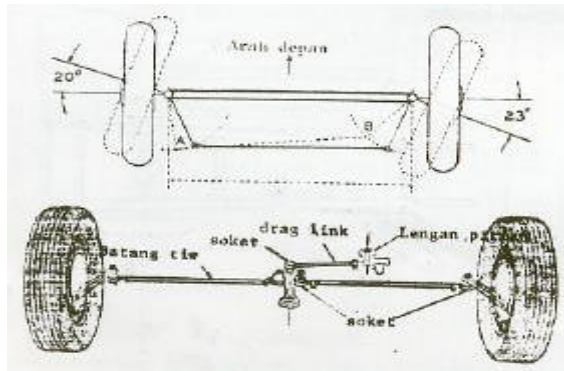
Gambar 7 Toe-in

6. Toe-out Saat Belok

Toe-out ketika kendaraan membelok juga disebut sudut putar kemudi, yaitu perbedaan besarnya sudut roda depan kanan dan kiri terhadap kerangka kendaraan saat membelok. Karena roda depan sebelah dalam beradius lebih kecil dibanding roda depan sebelah luar saat kendaraan sedang membelok, sehingga poros roda depan sebelah dalam bersudut lebih kecil jarak dari kendaraan, maka Toe-out nya lebih besar (gambar 7).

Bila kendaraan dikemudikan membelok sehingga roda sebelah dalam bersudut 23° , roda sebelah luar hanya bersudut 20° . Roda sebelah dalam menempuh jarak lebih pendek dibandingkan jarak yang ditempuh oleh roda sebelah luar. Kedua roda depan bergilir dengan satu titik pusat D. Toe-out diperoleh melalui hubungan antara lengan kemudi knuckle, batang tie dan lengan pitman (gambar 8).

Bila batang kendaraan digerakkan kekiri kendaraan belok kanan, maka akan mendorong lengan kemudi knuckle hampir tegak lurus. Ujung kanan batang tie tidak hanya bergerak ke kanan saja, tetapi juga berayun kedepan, sehingga roda depan kanan diputar lebih besar dari pada roda sebelah kanan.

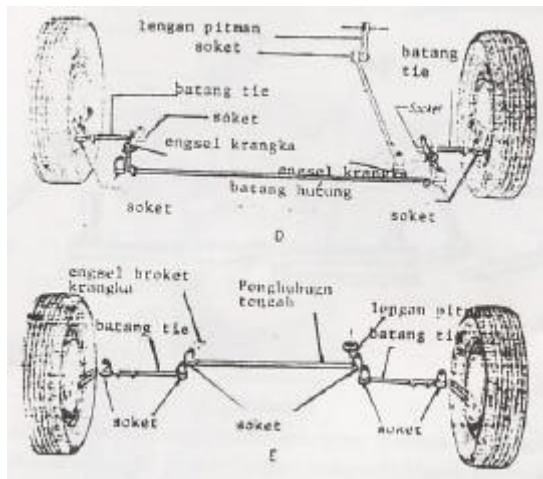


Gambar 8

c). Tuas atau Batang Penghubung Kemudi

Bermacam-macam cara untuk menghubungkan lengan kemudi roda depan dan lengan pitman gigi kemudi. Lengan pitman berayun dari kiri ke kanan atau dari muka ke belakang saat roda kemudi diputar.

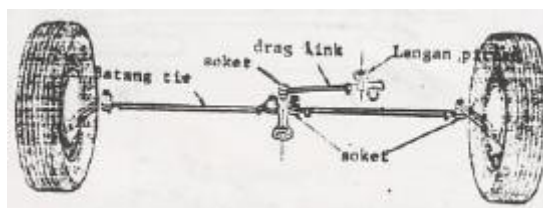
Gerakan ini diteruskan ke knuckle kemudi pada roda melalui tuas-tuas. (gambar 9)



Gambar 9

D.Tuas Paralelogram dengan tuas tengah didepan poros roda.

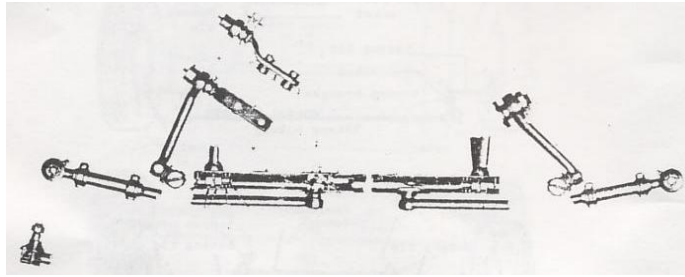
E.Tuas Pararelogram dengan tuas tengah dibelakang poros roda



Gambar 10

Hubungan tuas kemudi untuk mendapatkan sudut toe-out saat belok

Jenis tuas-tuas kemudi ini semuanya mempunyai setelan untuk memperpanjang dan memperpendek tuas sehingga dapat mengatur laras imbang roda depan/wheel alligment. Gambar diatas adalah rincian unit batang torak yang dipakai pada tuas kemudi paralelogram. Lengan pitman, lengan ideal, dan batang tie dihubungkan ke batang penghubung oleh socket bola. Jenis sambungan semacam ini, gesekan sangat kecil dan tanpa ada kelongaran sehinga mudah dikemudikan.



Gambar 11

Unit hubungan kemudi yang digunakan tuas kemudi paralelogram.
Soket bola menghubungkan lengan pitman, tuas idel dan batang tie.

Gambar diatas adalah rincian unit batang torak yang dipakai pada tuas kemudi paralelogram. Lengan pitman, lengan ideal, dan batang tie dihubungkan ke batang penghubung oleh soket bola. Jenis sambungan semacam ini, gesekan sangat kecil dan tanpa ada kelongaran sehingga mudah dikemudikan.

d). Gigi Kemudi

Gigi kemudi adalah alat pengubah gerak putar roda kemudi ke gerak putar roda kemudi ke gerak lurus tuas. Gigi kemudi terdiri dari dua bagian penting, gigi ulir cacing pada ujung poros roda kemudi dan poros pitman yang disatukan dengan gigi sektor, roller bergigi atau tunggul yang berhubungan dengan ulir cacing (gambar 12).



Gambar 12

Gigi kemudi yang menggunakan roller dan roda gigi racing

Bila gigi cacing berputar yaitu dengan memutar roda kemudi, gigi roller mengikuti gerakan ini sehingga poros lengan pitman berputar. Ujung lain poros lengan pitman membawa lengan pitman, putaran poros lengan pitman menyebabkan lengan berayun ke salah satu arah. Gerakan ini kemudian diteruskan melalui tuas ke knuckle kemudi atau poros sektor.

B. Tugas

1. Pahami spesifikasi komponen kemudi berdasarkan komposisi spesifikasi pabrik.
2. Pahami spesifikasi inklinasi sumbu kisar roda.
3. Pahami ukuran kemiringan roda yang dengan roda kisar bersinggungan
4. Pahami persyaratan penyetelan sudut kemiringan roda depan dari kedudukan vertikal.

C. Test Formatif 1

1. Apa yang dimaksud dengan kemudi ?
2. Apa yang dimaksud dengan sudut posisi roda depan ?
3. Sebutkan faktor – faktor yang berhubungan dengan sudut posisi roda depan?
4. Apa yang dimaksud dengan sudut kamber negatif dan positif ?

5. Sebutkan kegunaan kingpin Inklinasi ?
6. Apa yang dimaksud dengan Toe-out dan Toe-in ?
7. Apa yang dimaksud dengan sudut kester positif ?
8. Apa yang dimaksud dengan gigi kemudi ?
9. Sebutkan bagian-bagian dari gigi kemudi ?
10. Bagaimana pengaruhnya jika kedua sudut-sudut saat membelok besarnya sama?

D. Kunci Jawaban

1. Alat untuk memutar roda depan sehingga dapat mengarahkan kendaraan ke arah yang dituju.
2. Sudut posisi depan disebut front end geometry, yaitu besar sudut yang berhubungan dengan sudut roda depan, bagaian yang mengikat roda depan dan kerangka kendaraan.
3. Camber, kingpin inclination, caster, toe-in dan Toe-out on turn .
4. Bila kemiringan roda depan bagian atas mengarah keluar disebut kamber positif. Bila bagian atas roda miring kedalam disebut sudut kamber negatif.
5. Kegunaannya :
 1. membantu kestabilan kemudi, mengembalikan posisi roda atau kendaraan lurus kearah depan setelah membelok.
 - 2 . mengurangi tenaga mengemudikan kendaraan saat jalan lurus.
 3. mencegah keausan ban.
6. Toe-out adalah gerak arah roda keluar, sedangkan Toe-in adalah gerak roda ke dalam.
7. Sudut kester positif adalah kingpin yang dibuat kebelakang
8. Alat pengubah gerak putar roda kemudi ke gerak putar roda kemudi ke gerak lurus tuas.
9. Gigi kemudi terdiri dari dua bagian penting, gigi ulir cacing pada ujung poros roda kemudi dan poros pitman yang disatukan dengan gigi sektor, roller bergigi atau tunggul. Roda gigi sektor, rollers

2. KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : Sistem Kemudi Hidrolik

A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

1. Memahami spesifikasi kemudi hidrolik.
2. Mengetahui teknik pembongkaran pada sistem kemudi.
3. Mengetahui teknik pemasangan pada sistem kemudi.
4. Menganalisa serta penanggulangan permasalahan yang terjadi pada kendaraan khususnya pada sistem kemudi.
5. Melakukan penyetelan sesuai dengan prosedur operasi standar.

B. Uraian Materi Pembelajaran

KEMUDI HIDROLIK

Pada prinsipnya sistem kemudi hidrolik sangat sederhana, sebuah buster bekerja saat poros kemudi diputar. Selanjutnya buster mengambil alih tugas kemudi. Tenaga kemudi menggunakan tekanan udara, listrik atau hidrolik. Pada sistem kemudi hidrolik, pompa bekerja terus menerus untuk memberikan tekanan pada sistem kemudi. Ketika roda kemudi diputar, katup mengatur tekanan minyak kedalam silinder. Tekanan minyak mendorong torak hingga roda dapat digerakan melalui tuas-tuas sistem kemudi. Dewasa ini sistem kemudi hidrolik terbagi menjadi empat tipe, yakni sistem kemudi hidrolik

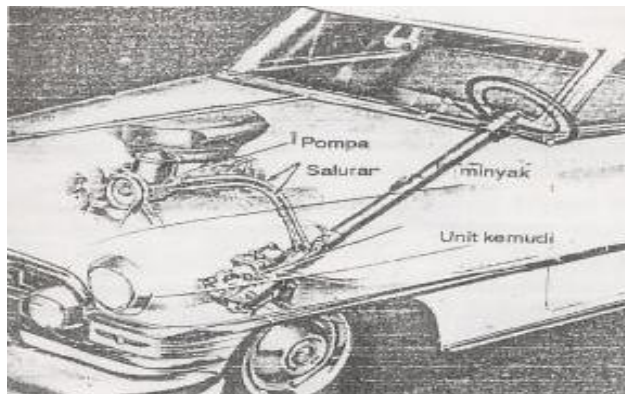
Seginaw, sistem kemudi hidrolik Gemmer, sistem kemudi hidrolik jenis Tuas dan sistem kemudi hidrolik jenis Integral.

1. Sistem Kemudi Hidrolik SEGINAW

Pada prinsipnya sistem kemudi hidrolik Seginaw terdiri dari beberapa bagian, diantaranya :

a. Sistem Hidrolik

Pada sistem ini pompa dipasang pada bagian depan mesin kendaraan dan digerakan oleh puli poros engkol yang dihubungkan dengan sabuk penggerak (gambar 18).



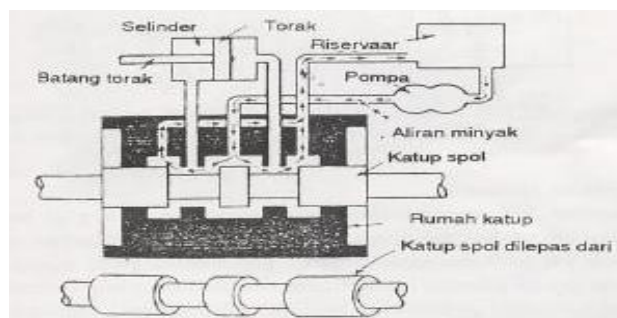
Gambar 18 Sistem kemudi hidrolik

Sewaktu mesin hidup, pompa minyak memberikan tekanan pada system kemudi. Posisi katup berbentuk silinder atau spool mengarahkan tekanan minyak ke sistem hidrolik, gambar 19 katup bentuk silinder besarnya sesuai skali bergeser dalam rumah katup. Dalam rumah katup terdapat tiga alur. Dua saluran yang berada disisi luar berhubungan ke reservoir, sedangkan saluran tengah dihubungkan ke pompa.

Pada rumah katup terdapat dua saluran yang dihubungkan ke sisi kanan kiri silinder.

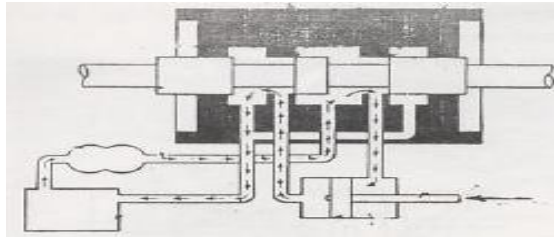
Bila posisi katup (gambar 19), minyak mengalir dari pompa ke tengah rumah katup dan terbagi menjadi dua aliran yang sama terus menuju ke reservoir. Tekanan minyak pompa tidak naik dan tekanan pada kedua sisi torak terdapat tekanan yang rendah dan sama kuat, sehingga torak tetap diam tidak bergerak.

Bila katup spool digeser, tekanan pada salah satu sisi torak naik mendorong torak kekanan. (gambar 20) Bila katup spool menutup satu lubang, tekanan dari sisi torak berhubungan langsung menuju ke reservoir, sehingga pada sisi lain torak terdorong penuh oleh tekanan pompa. Bila katup spool digeser ke kanan , tekanan pada akan mendorong torak ke kiri.



Gambar 19

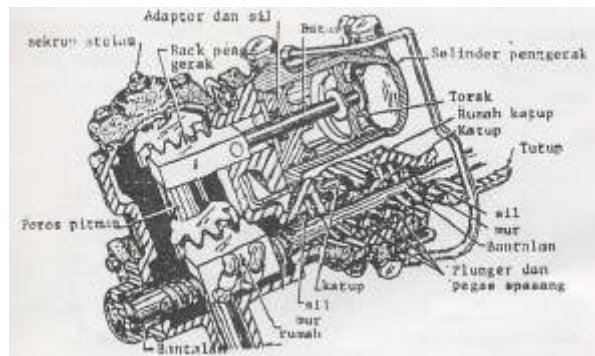
Aliran minyak pada kemudi hidrolik



Gambar 20 Katup spool

b. Silinder Hidrolik

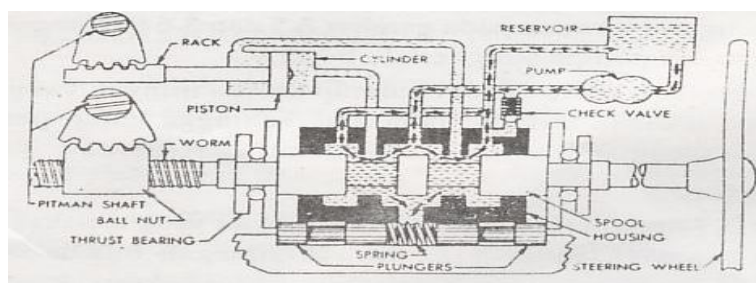
Pada ujung batang torak terdapat gigi yang disebut rack penggerak (gambar 21). Rack pada poros pitman berhubungan dengan gigi sektor pada ujung poros pitman. Pada poros pitman ini terdapat sektor lain yang berhubungan dengan mur berisikan peluru atau ball nut. Bila minyak menekan torak, pitman akan bergerak ke kanan atau ke kiri.



Gambar 21 Penampang unit gigi kemudi hidrolik

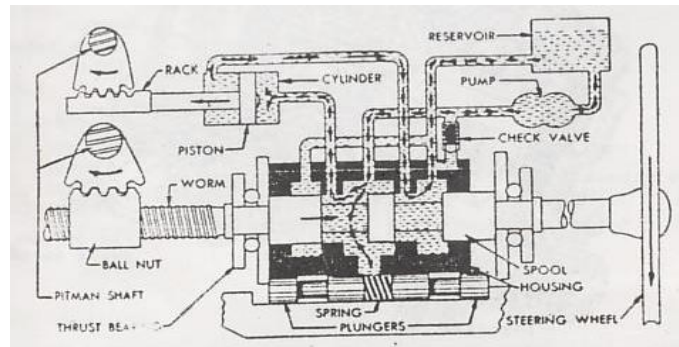
c. Cara Kerja Katup

Bila katup spool digeser dari posisi tengah, menyebabkan minyak bertekanan dari pompa mendorong torak arah ke kanan atau ke kiri. Gerakan torak ini akan menggerakkan poros pitman berputar ke kiri atau ke kanan. Katup spool bergerak oleh gerakan putar roda kemudi saat pengendara memutar membelok ke kiri atau ke kanan. Bila roda kemudi diputar ke kiri, gigi cacing memutar mur yang berisikan peluru sehingga ia bergeser keluar. Sama halnya seperti bila baut diputar dan mur ditahan, maka mur akan bergeser. Sekrup yang berisikan peluru akan bergerak turun ke bawah. Hambatan gerakan mur terjadi oleh gesekan roda terhadap jalan, karena itu mur cenderung tertahan sehingga, poros kemudi dan gigi cacing bergerak ke atas. Gerakan poros kemudi yang bergerak ke atas ini juga akan menyebabkan katup spool ke atas, seperti pada posisi gambar 22



Gambar 22. Bagan unit kemudi hidrolik pada posisi Roda kemudi di tengah atau roda lurus ke depan

Pada posisi ini tekanan minyak disalurkan kesalah satu sisi torak dalam silinder, dan sisi lain torak ini berhubungan dengan reservoir. Torak digerakan ke samping, dan memutar poros pitman sehingga kendaraan berputar ke kiri (gambar 23). Posisi katup spool tetap berada di tengah pada saat kendaraan jalan lurus oleh lima pasang plunyer dan pegas. Plunyer dan pegas dipasang dalam rumahnya dengan jarak yang sama.



Gambar 23

Skema kemudi hidrolik serta arah tekanan minyak saat kendaraan membelok ke kiri.

Sepasang plunyer beserta pegas berada di bagian bawah (gambar 22).

Ketika katup spool bergerak, pegas dimampatkan (gambar 23).

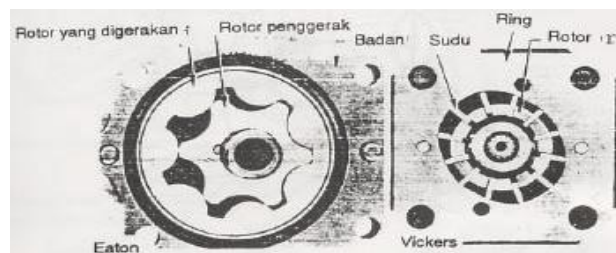
d. Katup Pengatur Tekanan

Katup pengatur tekanan pada gambar 22 dan 3.6 berfungsi untuk membatasi tekanan pompa yang terlalu besar. Karena gerakan katup spool menutup semua minyak yang mengalir ke reservoir, tekanan minyak akan naik sehingga katup pengatur membuka, dan sebagian minyak akan kembali ke reservoir.

e. Pompa Minyak

Gambar 24 memperlihatkan pompa minyak yang dipakai pada kemudi hidrolik seginaw. Rotor yang berada di tengah bila ia berputar akan memutar rotor bagian luar. Ketika pompa ini bekerja, kantong-kantong diantara kedua rotor ini semakin kecil, sehingga minyak dalam kantong-kantong ini akan terjepit dan tertekan keluar melalui lubang buang.

Pada gambar 24 sebelah kanan, pompa minyak menggunakan sudut-sudut yang bergeser dalam dinding rumah pompa. Bentuk rumah pompa berbentuk oval. Ketika rotor berputar, sudut-sudut bergeser mengembang dan menciut. Saat sudut-sudut mengembang minyak masuk kedalam rumah pompa dan kemudian ditekan saat sudut-sudut menciut dalam ruang pompa yang semakin kecil.

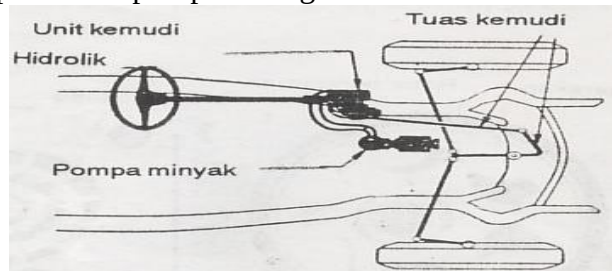


Gambar 24

Penampang pompa untuk kemudi hidrolik seginaw

2. Kemudi Hidrolik GEMMER

Kemudi ini serupa dengan kemudi hidrolik yang telah dijelaskan sebelumnya. Gambar 25 memperlihatkan kemudi hidrolik dan pompa. Pompa minyak berada di belakang generator yang disatukan dengan porosnya dan diputar oleh sabuk penggerak yang diputar oleh puli poros engkol.

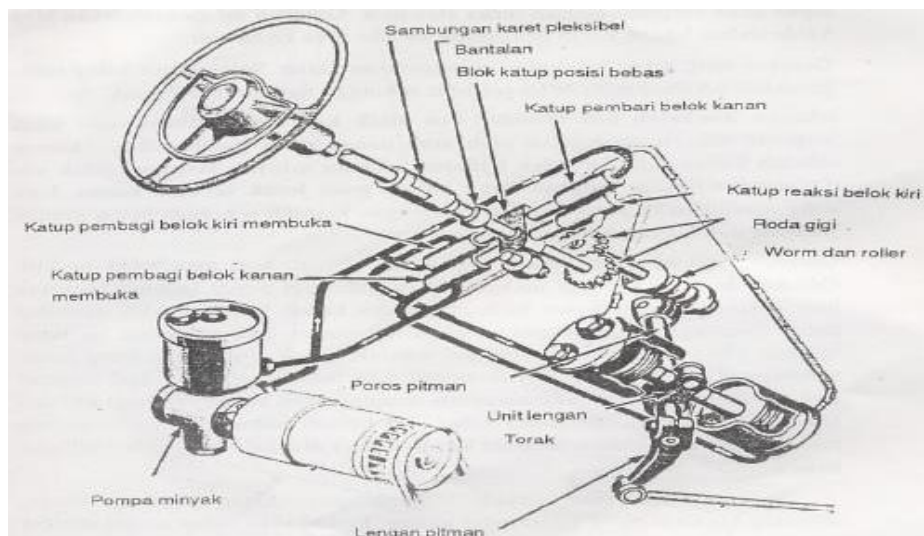


Gambar 25.

Susunan system kemudi hidrolik Gemmer

Unit kemudi hidrolik Gemmer terdiri dari sebuah badan katup yang bergerak sewaktu roda kemudi diputar. Katup bekerja mengarahkan tekanan minyak kedua silinder. Tekanan minyak selanjutnya menggerakkan unit torak, gerakan unit torak ini memberikan tenaga penuh untuk memutar kemudi kendaraan.

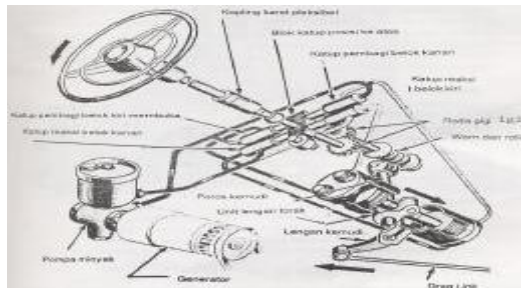
Gambar 26 memperlihatkan skema lengkap sebuah sistem kemudi hidrolik Gemmer. Poros kemudi terdiri dua bagian, pada bagian atas poros terdapat roda kemudi dan sambungan karet pleksibel yang dipasang di ujung bawah poros. Ujung atas poros bawah disambung dengan sambungan karet pleksibel keporos kemudi atas, sedangkan pada ujung bawahnya terdapat sebuah roda gigi lurus.



Gambar 26. Bagan kemudi hidrolik Gemmer.

Kemudi kendaraan pada posisi lurus kedepan (Gambar 26), empat katup semuanya sedang membuka. Minyak dari pompa mengalir ke sistem kemudi tanpa ada rintangan sehingga unit torak berada di tengah-tengah. Di bagian tengah poros kemudi ditunjang oleh bantalan. Dengan pemasangan cara ini, roda gigi dapat bergerak ke atas dan kebawah beberapa mm. Bila roda kemudi di putar, poros kemudi berputar sehingga kedua roda gigi berputar. Demikian juga roda cacing pun dan lengan pitman bergerak sehingga lengan kemudi berayun. Akhirnya drag link menggerakkan tuas kemudi. Waktu roda kemudi di putar, kedua roda gigi berputar. Tekanan arah kesamping pada roda gigi

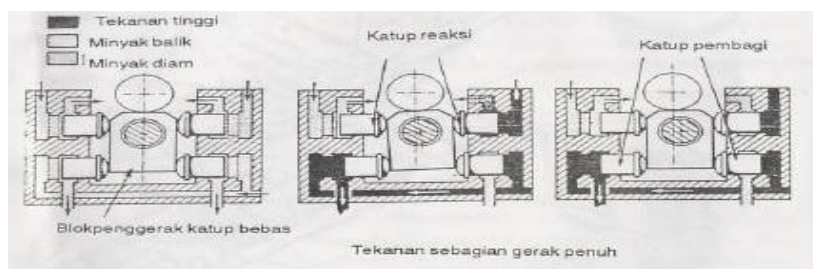
Gerakan blok katup kemudian menggerakkan katup. Selanjutnya katup mengarahkan tekanan minyak ke silinder sehingga unit torak bergerak. Tekanan di sebelah kiri silinder dan torak kiri menyebabkan unit torak bergerak seperti ditunjukan arah panah pada gambar 3.10 karena sebelah arah silinder tidak tekanan minyak sehingga tidak ada rintangan terhadap gerakan yang terjadi pada torak sebelah kanan. Unit torak disatukan ke poros pitman dan lengan kemudi sehingga poros pitman berputar dan lengan pitman berayun.



an kedua roda gigi menyebabkan roda poros gigi

The diagram illustrates the operation of a three-way valve in three states:

- Left State (Closed):** The valve is in a closed position. The legend indicates:
 - Tekanan tinggi** (High pressure): Represented by a solid black rectangle.
 - Minyak balik** (Back oil): Represented by a white rectangle.
 - Minyak diam** (Still oil): Represented by a hatched rectangle.
 The label **Blok penggerak katup bebas** (Free valve actuator block) points to the central valve body.
- Middle State (Reacting):** Labeled **Katup reaksi** (Reaction valve). The valve is partially open, allowing high pressure to act on one side. The label **Tekanan sebagian gerak penuh** (Partial pressure full movement) is at the bottom.
- Right State (Distributing):** Labeled **Katup pembagi** (Distributing valve). The valve is fully open, distributing the high pressure to both sides.



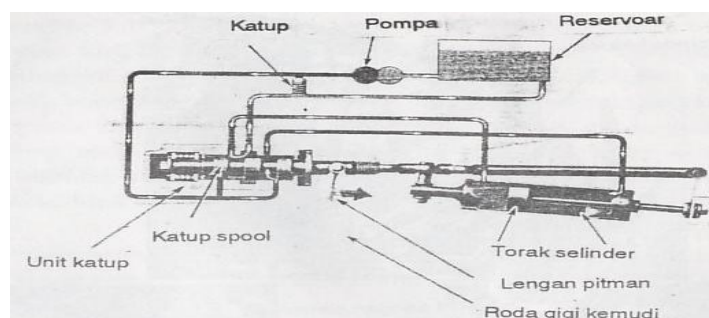
belok kiri sedikit dan belok kiri penuh

3. Kemudi Hidrolik Jenis Tuas

Pada kemudi jenis tuas, silinder penggerak tidak disatukan pada roda gigi kemudi. Namun demikian ia masih tetap dihubungkan dengan tuas kemudi. Sedangkan unit katup disatukan pada tuas kemudi, adakalanya menjadi satu unit dengan silinder penggerak (power silinder) atau unit terpisah. Gambar 29 Kemudi hidrolik jenis tuas yang unit silinder penggerak dan unit katupnya terpisah. Pompa minyak berada di atas. Sedangkan tuas, unit katup serta silinder penggerak berada di bawah.

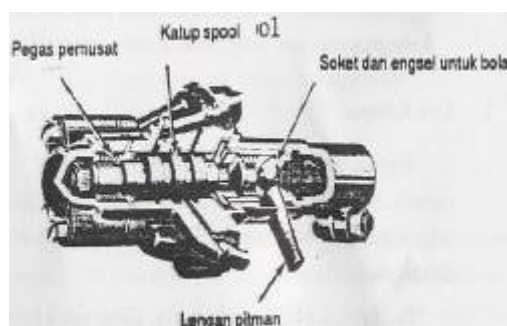
a. Unit katup

Bagian-bagian unit katup terdiri dari katup berbentuk silinder (spool). Katup spool berada dalam badan katup, Gambar 30. Ujung lengan pitman berbentuk bola dan sesuai berada dalam soket batang katup spool. Pada posisi roda lurus kedepan, katup spool berada di tengah unit katup oleh tekanan beberapa pegas. Pada posisi ini, minyak bersikulasi melalui badan katup sehingga tekanan minyak pompa pada kedua sisi torak sama kuat dalam silinder penggerak. Dengan demikian torak dalam silinder roda tidak terjadi gerak kekanan atau ke kiri.



Gambar 30 Bagan kemudi hidrolik jenis tuas.

Arah panah menunjukkan aliran minyak saat membelok ke kiri. Tanda panah besar menunjukkan gerak putar roda kemudi, Lengan pitman dan arah gerak roda depan .



Gambar 31. Penampang unit katup dengan posisi katup spool di tengah. Soket dan peluru dari lengan pitman dihubungkan ke batang katup spool.

Waktu kendaraan membelok ke kiri, lengan pitman bergeser ke satu arah, sehingga katup mulai bekerja. Gambar 30 memperlihatkan kendaraan sedang membelok ke kiri. Ketika roda kemudi berputar ke kiri, lengan pitman berayun ke kanan. Bola pada ujung lengan pitman menggerakkan katup spool ke kanan. Tekanan minyak dari pompa masuk melalui badan katup hanya dari satu sisi torak dalam silinder

b. Silinder Penggerak (Booster)

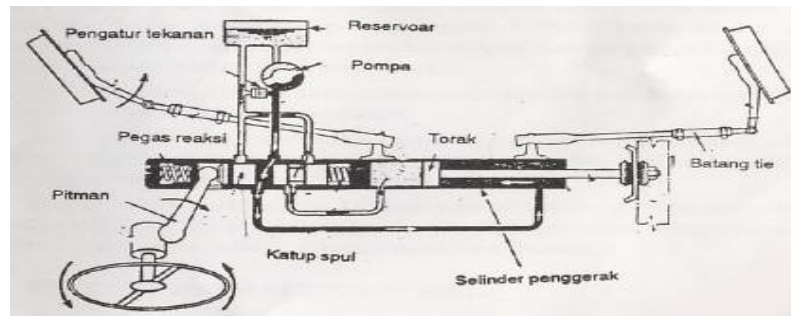
Diagram of a piston and crank mechanism. Labels include: Torak, Batang torak, Selin Selinder, Dudukan batang ang, Torak pada la.

4. Kemudi Hidrolik Jenis Integral

Diagram of a double wishbone suspension system. The diagram shows two wishbone arms (lengan pitman) connected to a central tie rod (tipe rod) which is part of a steering knuckle assembly (unit penggerak). A drug link is also shown connecting the wishbone arms.

Diagram of a manual sprayer pump assembly. Labels include: Minyak dan pompa minyak ke reservoir (Oil and pump oil to reservoir), batang torak (Piston rod), tempat pitman (Crank position), pegas reaksi torak (Piston reaction spring), panduan batang torak (Piston rod guide), sil (Piston), katup (Valve), cincin torak (Piston ring), Torak (Piston), dipasang ke krang. kn. (Installed to the crankshaft), pegas reaksi (Reaction spring), Karup kecil (Small washer), and tempat batang tie (Piston rod position).

Page 95



Gambar 36. Skema unit kemudi hidrolik yang memperlihatkan arah minyak serta gerak bagian – bagian kemudi waktu belok kiri.

Pada gambar 36 skema dari sistem kemudi hidrolik lengkap yang sedang membelok ke kiri. Waktu roda kemudi diputar, bola pada ujung lengan pitman menggeser katup spool ke kanan. Minyak akan masuk dari pompa ke lubang dalam unit, katup terus ke silinder ke kanan sehingga merupakan penggerak utama system kemudi.

C. Tes Formatif 2

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Tie Rod End
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Pitman Arm
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Idler Arm
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Track Rod
5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Steering Arm (Lengan Kemudi)
6. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Steering Box (Kotak Gigi Kemudi)
7. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Collapsible Steering Column (Tabung Kemudi dengan Batang Luncur)
8. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Power Steering (Penguat Tenaga Kemudi)
9. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Kemudi dengan Bola Bersirkulasi (Recirculating Ball Steering Box)
10. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Kemudi Rack dan Pinion
11. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Pompa Power Steering Tipe Vane (Vane Pump)
12. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Power Steering Box (Siklus Operasi Umum)
13. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Collapsible Steering Column (Tabung Kemudi jenis Jala)
14. Jelaskan perbedaan antara kemudi biasa dengan kemudi 4 roda (4 WS)

D. Kunci Jawaban

1. Tie Rod End, Menghubungkan long tie-rod dengan knuckle arm (lengan kemudi)
2. Pitman Arm
 - Merubah gerak putar kemudi menjadi gerak ayun
 - Menghubungkan sambungan kemudi dengan kotak gigi kemudi
3. Idler Arm, Menyokong sambungan kemudi pada sisi tempat penumpang
4. Track Rod
 - Menghubungkan roda kiri dan roda kanan sehingga kedua roda dapat dikendalikan
5. Steering Arm (Lengan Kemudi)
 - Menjamin hubungan tie-rod end dan memberikan sudut belok yang berbeda saat belok
6. Steering Box (Kotak Gigi Kemudi),
 - Memperingan pengemudian dan meredam getaran akibat sifat jalan

7. Collapsible Steering Column (Tabung Kemudi dengan Batang Luncur) Untuk mencegah pengemudi dari kecelakaan serius jika terjadi kecelakaan dengan cara memutuskan pen plastik yang terdapat pada tabung kemudi bawah.
8. Power Steering (Penguat Tenaga Kemudi) membantu meringankan kerja sistem kemudi.
9. Kemudi dengan Bola Bersirkulasi (Recirculating Ball Steering Box)
Gerak putar roda kemudi memutar baut kemudi yang terdapat di dalam rumah kemudi. Di antara baut kemudi dan mur kemudi terdapat bola yang menggelinding di sepanjang sirkuit. Gerak putar baut kemudi diubah menjadi gerak lurus mur kemudi. Melalui poros sektor, gerak memanjang mur kemudi diubah menjadi gerak ayun pada lengan pit-man. Gerak ayunan pit-man diubah menjadi gerak lurus, belok kanan atau belok kiri pada tie rod.
10. Kemudi Rack dan Pinion
Sistem kemudi jenis Rack dan Pinion memiliki roda kemudi, sambungan universal, poros utama, dan poros antara. Jika roda kemudi diputar, maka pinion juga berputar. Putaran pinion menyebabkan rack bergerak ke kiri dan ke kanan. Pada ujung rack terpasang tie -rod yang menghubungkan rack dengan knuckle arm (lengan kemudi), gerakan knuckle arm menyebabkan roda membelok pada sudut tertentu. Di ujung rack dan tie -rod juga terdapat sambungan bola (ball joints). Sambungan ini memungkinkan gerak belok dan gerakan akibat pemegasan.
11. Pompa Power Steering Tipe Vane (Vane Pump)
Pompa jenis ini terhubung dengan putaran mesin dengan menggunakan sabuk, dan menghasilkan tekanan hidrolis untuk memperingan pengemudian. Pompa mengisap minyak power steering dari reservoir dan mengalirkannya menuju katup kontrol aliran melalui pipa tekanan tinggi. Pada pompa ini juga terdapat saluran pengembali sehingga fluida akan bersirkulasi jika tidak diperlukan tekanan untuk pengemudian. Pengemudian pada keadaan normal, fluida akan bersirkulasi dan tekanan hanya naik sedikit, sehingga hanya sedikit daya mobil yang terserap. Jika kendaraan berbelok pada kecepatan rendah (saat parkir), maka tekanan fluida akan naik dan akan menyerap tenaga mesin lebih besar lagi.
12. Power Steering Box (Siklus Operasi Umum)
Gear box power steering memiliki komponen yang fungsinya sama dengan gear box pada kemudi manual, hanya terdapat komponen tambahan untuk power steering. Kemudi manual antara lain tipe bola bersirkulasi atau tipe cacing dan roll. Gear box power steering terdiri dari katup kontrol untuk mengalirkan fluida, power silinder dan piston untuk merubah tekanan oli menjadi gerak. Komponen pendukung terdiri pompa oli berikut reservoirnya, katup kontrol rotari, dan power silinder pada kotak gigi kemudi. Piston pada power silinder terpasang pada gigi rack, yang terhubung dengan gigi poros sektor.
Pada saat belok katup kontrol aliran bergerak mengatur arah minyak, kemudian minyak mendorong piston di dalam salah satu silinder, sementara itu tekanan minyak dari silinder lain akan mengalir kembali ke reservoir.
Pada saat berjalan lurus, dimana tidak diperlukan bantuan tenaga untuk pengemudian maka katup kontrol aliran akan berada di tengah sehingga tekanan minyak langsung kembali ke reservoir. Dan piston tidak bergerak (diam) karena tekanan di dalam silinder sebelah kanan dan kiri besarnya sama.
13. Collapsible Steering Column (Tabung Kemudi jenis Jala)

Jika terjadi kecelakaan, maka pen antara pipa teleskop dan pipa mantel akan terputus, akibatnya pipa teleskop meluncur dalam pipa mantel. Karena pipa teleskop menyangkut pada rumah jala, maka gaya akibat tabrakan diredam oleh jala-jala pengaman. Dengan demikian pengemudi terhindar dari kecelakaan yang lebih serius jika terjadi tabrakan.

14. Perbedaan antara kemudi biasa dengan kemudi 4 roda (4 WS)

Kemudi biasa yang dapat berbelok hanya roda depan. Kemudi 4 roda memungkinkan roda depan dan roda belakang dapat membelok. Pada kecepatan tinggi arah belok roda depan sama dengan arah belok roda belakang. Sedangkan pada kecepatan rendah (misal: parkir), maka arah belok roda depan akan berlawanan dengan arah belok roda belakang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2000. OPKR-40-008B **Pemeriksaan Sistem Kemudi**..Proyek IAPSD Otomotif dan Tim Standarisasi Otomotif Indonesia.
- Anonim. 1992. **Automotive Mechanics** - Sixth Edition-Volume 1 may and Crouse. Mc.Graw- Hill Book Company.
- Arismunandar, Wiranto. 1980. **Seri Pelajaran Teknologi Secara Bergambar, Teknik Mobil**. Jakarta : Bhratara Karya Aksara.
- Crouse. William H. **Automotive Mechanics** Seventh Edition.
- Hidayat, Dadang dan Santana, Sabar. 2004. **Pemeriksaan Sistem Kemudi**. Jakarta: Dirjen Dikdasmen Mendiknas.
- Patasik, Agus. 1992. **Laras Imbang Roda Depan** . Bandung : Media Cetak PPPG Teknologi Bandung
- Wiganda, Agus Patasik H. 1992. **Kemudi dan Suspensi**. Bandung : Divisi pengembangan bahan belajar PPPG Teknologi Bandung.

MEMPERBAIKI SISTEM KEMUDI

BAB I PENDAHULUAN

G. Deskripsi

Modul ini membahas tentang cara memeriksa dan memperbaiki sistem/komponen kemudi manual dan kemudi hidrolik. Cakupan materi yang akan dipelajari dalam modul ini meliputi : (a) menjelaskan macam-macam system kemudi, dan (b) merumuskan penyebab gangguan pada system kemudi. Kegiatan belajar 1 membahas tentang macam-macam system kemudi. Kegiatan belajar 2 membahas tentang penyebab gangguan pada system kemudi. Setelah mempelajari modul ini peserta diklat diharapkan dapat memahami cara memperbaiki system kemudi dengan baik dan benar.

H. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari secara keseluruhan materi kegiatan belajar dalam modul ini peserta diklat diharapkan :

5. Memahami tentang macam-macam system kemudi.
6. Memahami cara merumuskan penyebab gangguan pada system kemudi dan cara memperbaikinya.

I. Kompetensi

5. Standar Kompetensi : Memperbaiki Sistem Kemudi
6. Kompetensi Dasar : Memeriksa kondisi system/komponen kemudi.

BAB II PEMBELAJARAN

D. Kegiatan Pembelajaran

2. Kegiatan Pembelajaran 1 : Sistem Kemudi Manual

c. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Adapun tujuan daripada Kegiatan Pembelajaran adalah sebagai berikut :

1. Memahami spesifikasi serta tata cara pemeriksaan sistem kemudi.
2. Mengetahui teknik pembongkaran pada sistem kemudi.
3. Mengetahui teknik pemasangan pada sistem kemudi.
4. Menganalisa serta penganggulangan permasalahan yang terjadi pada kendaraan khususnya pada sistem kemudi.
5. Melakukan penyetelan sesuai dengan prosedur operasi standar.

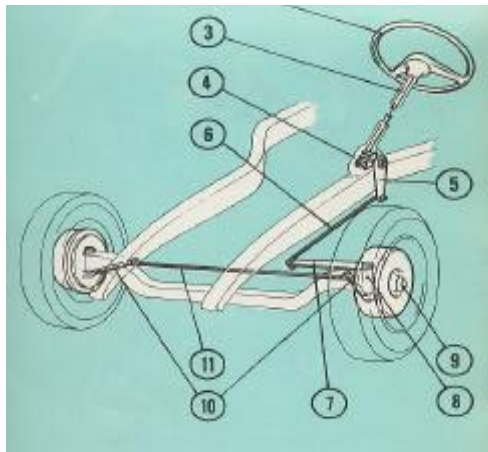
d. Uraian Materi Pembelajaran

Sistem kemudi adalah suatu bagian dari sistem kendaraan, dimana kemudi berfungsi sebagai alat untuk menentukan arah daripada kendaraan. Sistem

kemudi kendaraan dibagi menjadi dua bagian daripada sistemnya, yaitu sistem kemudi manual dan sistem kemudi hidrolik.

Klasifikasi cara-cara pemeriksaan sistem kemudi :

Untuk mengendalikan kendaraan, diperlukan alat untuk memutar roda depan sehingga dapat mengarahkan kendaraan ke arah yang dituju. Roda kemudi yang ada di depan pengemudi dihubungkan oleh gigi dan ruas ke roda depan.

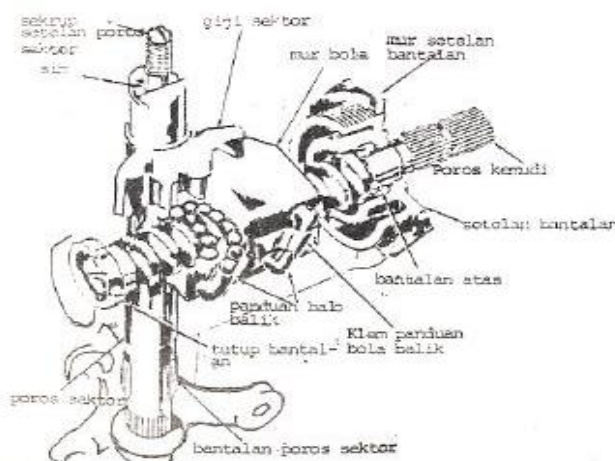


Keterangan :

1. Sistem kemudi
2. Roda kemudi
3. Kolom kemudi
4. Gigi-ulir kemudi
5. Tangan pitman atau tangan pembuang
6. Batang tarik atau batang kemudi
7. Tuas kemudi
8. Pena-pokok (pena-kisar)
9. Poros-kisar tumpul
10. Tangan kemudi
11. Batang-trek

Gambar 1. Gambar roda kemudi yang sederhana dari sistem kemudi

Roda depan ditunjang oleh engsel sehingga dapat diayunkan ke kiri atau kekanan. Roda-roda depan dihubungkan lengan kemudi ke batang tie, sedang batang tie ini dihubungkan ke lengan pitman . Saat roda kemudi diputar kekanan atau ke kiri, roda gigi menggerakkan ujung lengan pitman berayun ke kanan atau ke kiri. Gerakan ini diteruskan oleh batang tie ke lengan kemudi hingga menyebabkan roda berayun ke kanan atau ke kiri.



Gambar 2. Penampang Unit Kemudi

Pada ujung bawah poros kemudi terdapat gigi cacing. Gigi cacing ini berhubungan dengan gigi khusus disebut sektor. Sektor disatukan pada sebuah poros, dan pada ujung poros ini dihubungkan ke lengan pitman. Bila roda kemudi diputar, gigi cacing pada poros kemudi berputar dan gigi sektor bergerak ke arah ujung poros kemudi atau sebaliknya.

Gerakan sektor mengakibatkan poros sektor berputar, gerak putar ini diteruskan ke lengan pitman hingga berayun ke kanan atau ke kiri. kebanyakan sistem kemudi, ujung bawah poros kemudi berbentuk ulir cacing, sedangkan pada poros lengan pitman banyak macamnya. Ada diantaranya gigi kemudi menggunakan tekanan minyak untuk membantu menggerakkan kemudi. Jenis ini disebut sistem kemudi hidrolis atau power steering.

Kemudi Manual

a). Front End Geometry

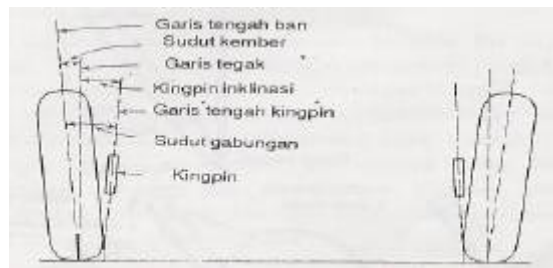
Sudut posisi depan disebut front end geometry, yaitu besar sudut yang berhubungan dengan sudut roda depan, bagaian yang mengikat roda depan dan kerangka kendaraan. Sudut posisi roda depan berhubungan erat dengan posisi kemiringan kingpin, arah sikap roda depan serta kemiringan roda depan. Semua ini sangat berpengaruh sekali terhadap keseimbangan kemudi, kualitas laju kendaran dan pengaruh langsung terhadap keausan ban.

Berbagai faktor yang berhubungan dengan sudut posisi roda depan atau front end geometry diklasifikasikan dalam istilah sebagai berikut : camber, kingpin inclination, caster, toe-in dan Toe-out on turn.

b). Laras Imbang Roda

1. Kamber

Kamber berasal dari kata camber yaitu kemiringan roda depan bagian atas.



Gambar 3. Sudut kamber dan kingpin inklinasi

Bila kemiringan roda depan bagian atas mengarah keluar disebut kamber positif. Bila bagian atas roda miring kedalam disebut sudut kamber negatif. Besar kemiringan diukur dengan derajat dan disebut sudut kamber. Kemiringan roda depan saat kendaraan bergerak, akan mendekati posisi tegak bila diberi muatan atau beban.

Besarnya sudut kamber positif ataupun negatif akan menyebabkan ban cepat aus karena beban mengarah pada bagian lingkaran luar permukaan ban.

2. Kingpin Inklinasi (Kingpin Inclination)

Kingpin Inklinasi adalah kemiringan kingpin arah kedalam gambar 3.

Kingpin inklinasi mempunyai beberapa tujuan tertentu, yaitu :

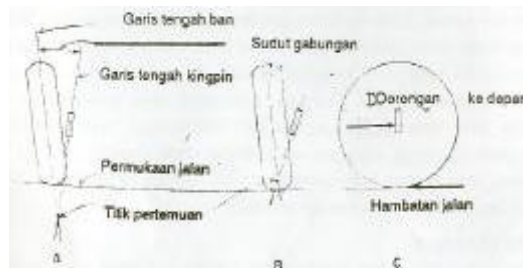
1. membantu kestabilan kemudi, mengembalikan posisi roda atau kendaraan lurus kearah depan setelah membelok.
2. mengurangi tenaga mengemudikan kendaraan saat jalan lurus.
3. mencegah keausan ban.

Kemiringan kingpin arah kedalam, menyebabkan roda akan tetap mengarah lurus kedepan dan akan memaksa roda kembali lurus kedepan sesaat setelah membelok.

3. Sudut gabungan

Sudut gabungan antara kamber dan kingpin inklinasi atau included angle adalah sangat penting karena keduanya bertemu pada satu titik pada dasar ban atau permukaan jalan.

Kecenderungan gerak arah keluar disebut Toe-out dan sebaliknya kecenderungan gerak roda ke dalam disebut Toe-in.



Gambar 4 Sudut Gabungan antara kamber dan kingpin inklinasi

4. Kester

Kester ini merupakan sudut yang akan mengontrol pengemudian atau arah lurus kendaraan sewaktu berjalan. Tujuan kester pada kendaraan adalah untuk mengontrol kendaraan supaya roda depan selalu kedepan atau kembali keposisi lurus setelah belokan (gambar 5).



Gambar 5. Kester

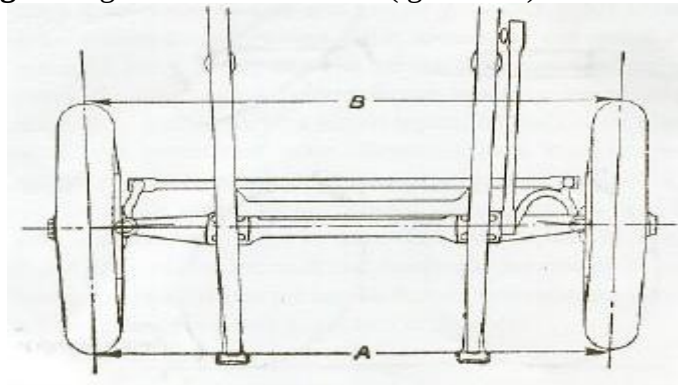
Selain dari kemiringan kingpin inklinasi, kingpin inipun dibuat miring ke belakang disebut kester positip. Kester positip membantu kestabilan gerak lurus kendaraan karena garis tengah kingpin berada didepan garis tengah roda. Jadi gaya dorong terhadap kingpin berada didepan hambatan gesekan antara permukaan jalan dan ban. Roda ditarik kedepan seperti roda yang terdapat pada alat untuk membawa orang sakit ke rumah sakit, gambar 5. selain dari pada itu kedua roda depan akan cenderung bergilir ke luar bila mempunyai sudut kester positip. Tetapi bila roda depan mempunyai sudut kester negatif, roda cenderung bergilir kedalam.

5. Toe-in

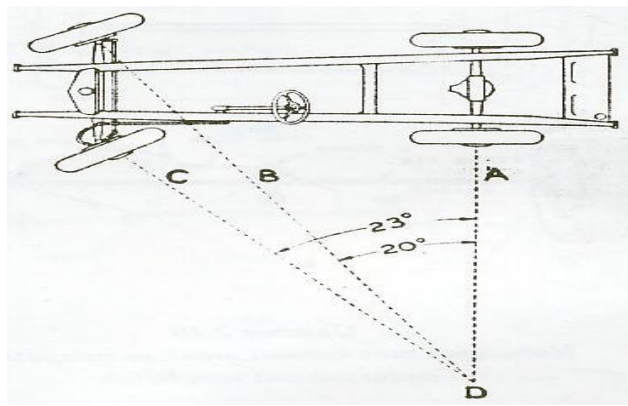
Toe-in adalah arah serong kedalam roda dan depan cenderung bergilir kedalam saat kendaraan bergerak lurus kedepan. Jarak antara bagian A kedua roda muka lebih kecil dari jarak B (gambar 6). besarnya perbedaan jarak ini hanya beberapa mm, untuk menyetabilkan kemudi, mencegah selip serta mengurangi keausan ban.

Toe-in roda depan juga mengimbangi lenturan kecil pada sistem pendukung roda akibat gerakan kendaraan waktu jalan lurus. Lenturan ini disebabkan hambatan terhadap bergilirnya ban pada permukaan jalan. Walaupun terhadap Toe-in, roda depan tetap berputar sejajar saat kendaraan bergerak lurus.

Jika dilihat dari atas kendaraan jarak bagian **depan A** lebih kecil dari jarak bagian **belakang B** dengan nama lain Toe-in. (gambar 6)



Gambar 6 Toe-in



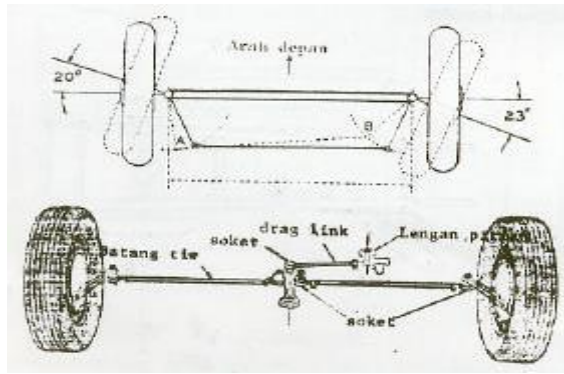
Gambar 7 Toe-in

6. Toe-out Saat Belok

Toe-out ketika kendaraan membelok juga disebut sudut putar kemudi, yaitu perbedaan besarnya sudut roda depan kanan dan kiri terhadap kerangka kendaraan saat membelok. Karena roda depan sebelah dalam beradius lebih kecil dibanding roda depan sebelah luar saat kendaraan sedang membelok, sehingga poros roda depan sebelah dalam bersudut lebih kecil jarak dari kendaraan, maka Toe-out nya lebih besar (gambar 7).

Bila kendaraan dikemudikan membelok sehingga roda sebelah dalam bersudut 23° , roda sebelah luar hanya bersudut 20° . Roda sebelah dalam menempuh jarak lebih pendek dibandingkan jarak yang ditempuh oleh roda sebelah luar. Kedua roda depan bergilir dengan satu titik pusat D. Toe-out diperoleh melalui hubungan antara lengan kemudi knuckle, batang tie dan lengan pitman (gambar 8).

Bila batang kendaraan digerakkan kekiri kendaraan belok kanan, maka akan mendorong lengan kemudi knuckle hampir tegak lurus. Ujung kanan batang tie tidak hanya bergerak ke kanan saja, tetapi juga berayun kedepan, sehingga roda depan kanan diputar lebih besar dari pada roda sebelah kanan.

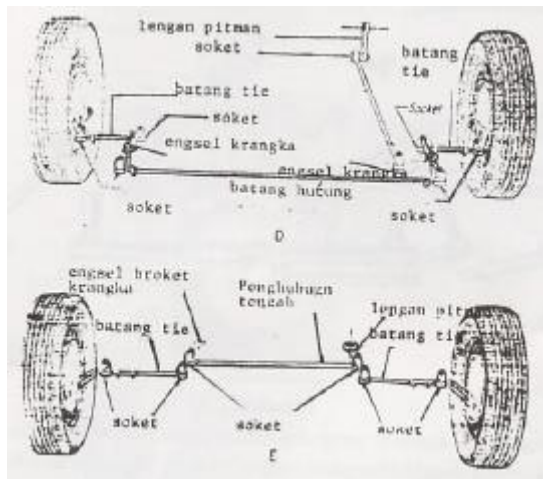


Gambar 8

c). Tuas atau Batang Penghubung Kemudi

Bermacam-macam cara untuk menghubungkan lengan kemudi roda depan dan lengan pitman gigi kemudi. Lengan pitman berayun dari kiri ke kanan atau dari muka ke belakang saat roda kemudi diputar.

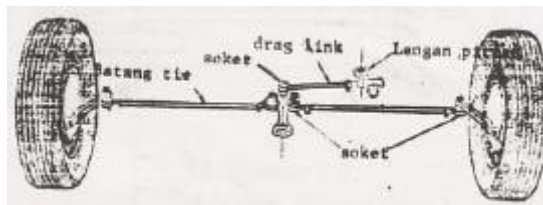
Gerakan ini diteruskan ke knuckle kemudi pada roda melalui tuas-tuas. (gambar 9)



Gambar 9

D.Tuas Paralelogram dengan tuas tengah didepan poros roda.

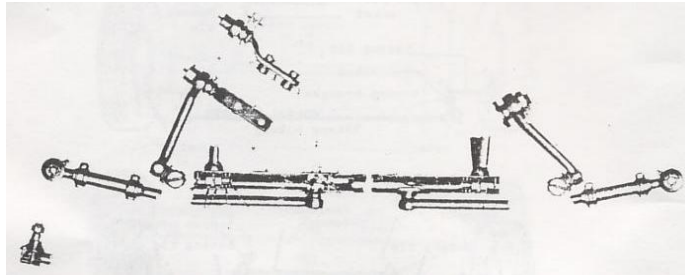
E.Tuas Pararelogram dengan tuas tengah dibelakang poros roda



Gambar 10

Hubungan tuas kemudi untuk mendapatkan sudut toe-out saat belok

Jenis tuas-tuas kemudi ini semuanya mempunyai setelan untuk memperpanjang dan memperpendek tuas sehingga dapat mengatur laras imbang roda depan/wheel alligment. Gambar diatas adalah rincian unit batang torak yang dipakai pada tuas kemudi paralelogram. Lengan pitman, lengan ideal, dan batang tie dihubungkan ke batang penghubung oleh socket bola. Jenis sambungan semacam ini, gesekan sangat kecil dan tanpa ada kelongaran sehingga mudah dikemudikan.



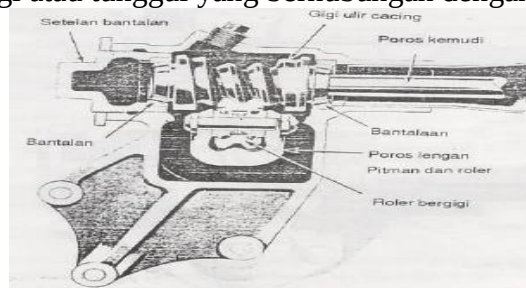
Gambar 11

Unit hubungan kemudi yang digunakan tuas kemudi paralelogram.
Soket bola menghubungkan lengan pitman, tuas idel dan batang tie.

Gambar diatas adalah rincian unit batang torak yang dipakai pada tuas kemudi paralelogram. Lengan pitman, lengan ideal, dan batang tie dihubungkan ke batang penghubung oleh soket bola. Jenis sambungan semacam ini, gesekan sangat kecil dan tanpa ada kelongaran sehingga mudah dikemudikan.

d). Gigi Kemudi

Gigi kemudi adalah alat pengubah gerak putar roda kemudi ke gerak putar roda kemudi ke gerak lurus tuas. Gigi kemudi terdiri dari dua bagian penting, gigi ulir cacing pada ujung poros roda kemudi dan poros pitman yang disatukan dengan gigi sektor, roller bergigi atau tunggul yang berhubungan dengan ulir cacing (gambar 12).



Gambar 12

Gigi kemudi yang menggunakan roller dan roda gigi racing

Bila gigi cacing berputar yaitu dengan memutar roda kemudi, gigi roller mengikuti gerakan ini sehingga poros lengan pitman berputar. Ujung lain poros lengan pitman membawa lengan pitman, putaran poros lengan pitman menyebabkan lengan berayun ke salah satu arah. Gerakan ini kemudian diteruskan melalui tuas ke knuckle kemudi atau poros sektor.

E. Tugas

1. Pahami spesifikasi komponen kemudi berdasarkan komposisi spesifikasi pabrik.
2. Pahami spesifikasi inklinasi sumbu kisar roda.
3. Pahami ukuran kemiringan roda yang dengan roda kisar bersinggungan
4. Pahami persyaratan penyetelan sudut kemiringan roda depan dari kedudukan vertikal.

C. Test Formatif 1

1. Apa yang dimaksud dengan kemudi ?
2. Apa yang dimaksud dengan sudut posisi roda depan ?
3. Sebutkan faktor – faktor yang berhubungan dengan sudut posisi roda depan?
4. Apa yang dimaksud dengan sudut kamber negatif dan positif ?

5. Sebutkan kegunaan kingpin Inklinasi ?
6. Apa yang dimaksud dengan Toe-out dan Toe-in ?
7. Apa yang dimaksud dengan sudut kester positif ?
8. Apa yang dimaksud dengan gigi kemudi ?
9. Sebutkan bagian-bagian dari gigi kemudi ?
10. Bagaimana pengaruhnya jika kedua sudut-sudut saat membelok besarnya sama?

D. Kunci Jawaban

1. Alat untuk memutar roda depan sehingga dapat mengarahkan kendaraan ke arah yang dituju.
2. Sudut posisi depan disebut front end geometry, yaitu besar sudut yang berhubungan dengan sudut roda depan, bagaian yang mengikat roda depan dan kerangka kendaraan.
3. Camber, kingpin inclination, caster, toe-in dan Toe-out on turn .
4. Bila kemiringan roda depan bagian atas mengarah keluar disebut kamber positif. Bila bagian atas roda miring kedalam disebut sudut kamber negatif.
5. Kegunaannya :
 1. membantu kestabilan kemudi, mengembalikan posisi roda atau kendaraan lurus kearah depan setelah membelok.
 - 2 . mengurangi tenaga mengemudikan kendaraan saat jalan lurus.
 3. mencegah keausan ban.
6. Toe-out adalah gerak arah roda keluar, sedangkan Toe-in adalah gerak roda ke dalam.
7. Sudut kester positif adalah kingpin yang dibuat kebelakang
8. Alat pengubah gerak putar roda kemudi ke gerak putar roda kemudi ke gerak lurus tuas.
9. Gigi kemudi terdiri dari dua bagian penting, gigi ulir cacing pada ujung poros roda kemudi dan poros pitman yang disatukan dengan gigi sektor, roller bergigi atau tunggul. Roda gigi sektor, rollers

2. KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : Sistem Kemudi Hidrolik

A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

1. Memahami spesifikasi kemudi hidrolik.
2. Mengetahui teknik pembongkaran pada sistem kemudi.
3. Mengetahui teknik pemasangan pada sistem kemudi.
4. Menganalisa serta penanggulangan permasalahan yang terjadi pada kendaraan khususnya pada sistem kemudi.
5. Melakukan penyetelan sesuai dengan prosedur operasi standar.

B. Uraian Materi Pembelajaran

KEMUDI HIDROLIK

Pada prinsipnya sistem kemudi hidrolik sangat sederhana, sebuah buster bekerja saat poros kemudi diputar. Selanjutnya buster mengambil alih tugas kemudi. Tenaga kemudi menggunakan tekanan udara, listrik atau hidrolik. Pada sistem kemudi hidrolik, pompa bekerja terus menerus untuk memberikan tekanan pada sistem kemudi. Ketika roda kemudi diputar, katup mengatur tekanan minyak kedalam silinder. Tekanan minyak mendorong torak hingga roda dapat digerakan melalui tuas-tuas sistem kemudi. Dewasa ini sistem kemudi hidrolik terbagi menjadi empat tipe, yakni sistem kemudi hidrolik

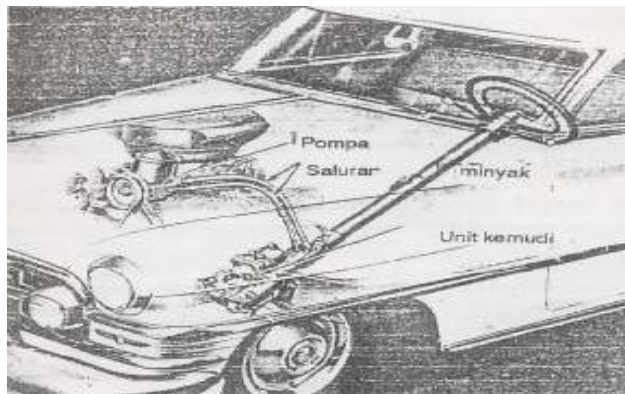
Seginaw, sistem kemudi hidrolik Gemmer, sistem kemudi hidrolik jenis Tuas dan sistem kemudi hidrolik jenis Integral.

1. Sistem Kemudi Hidrolik SEGINAW

Pada prinsipnya sistem kemudi hidrolik Seginaw terdiri dari beberapa bagian, diantaranya :

a. Sistem Hidrolik

Pada sistem ini pompa dipasang pada bagian depan mesin kendaraan dan digerakan oleh puli poros engkol yang dihubungkan dengan sabuk penggerak (gambar 18).



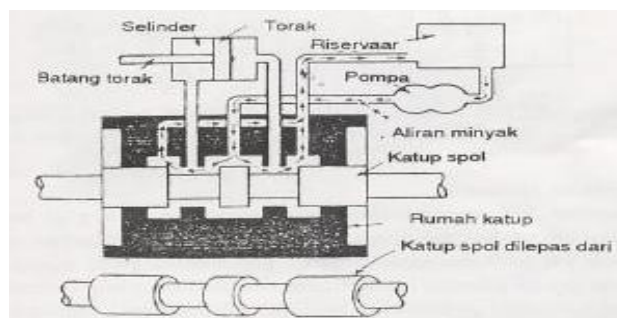
Gambar 18 Sistem kemudi hidrolik

Sewaktu mesin hidup, pompa minyak memberikan tekanan pada system kemudi. Posisi katup berbentuk silinder atau spool mengarahkan tekanan minyak ke sistem hidrolik, gambar 19 katup bentuk silinder besarnya sesuai skali bergeser dalam rumah katup. Dalam rumah katup terdapat tiga alur. Dua saluran yang berada disisi luar berhubungan ke reservoir, sedangkan saluran tengah dihubungkan ke pompa.

Pada rumah katup terdapat dua saluran yang dihubungkan ke sisi kanan kiri silinder.

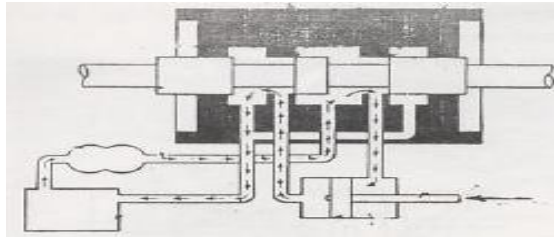
Bila posisi katup (gambar 19), minyak mengalir dari pompa ke tengah rumah katup dan terbagi menjadi dua aliran yang sama terus menuju ke reservoir. Tekanan minyak pompa tidak naik dan tekanan pada kedua sisi torak terdapat tekanan yang rendah dan sama kuat, sehingga torak tetap diam tidak bergerak.

Bila katup spool digeser, tekanan pada salah satu sisi torak naik mendorong torak kekanan. (gambar 20) Bila katup spool menutup satu lubang, tekanan dari sisi torak berhubungan langsung menuju ke reservoir, sehingga pada sisi lain torak terdorong penuh oleh tekanan pompa. Bila katup spool digeser ke kanan , tekanan pada akan mendorong torak ke kiri.



Gambar 19

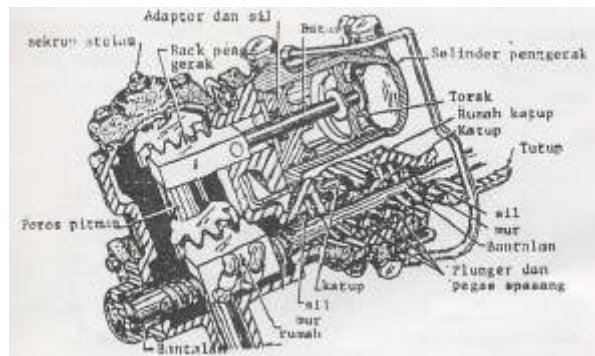
Aliran minyak pada kemudi hidrolik



Gambar 20 Katup spool

b. Silinder Hidrolik

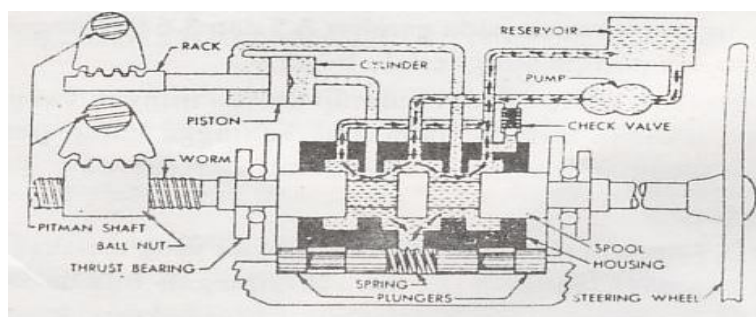
Pada ujung batang torak terdapat gigi yang disebut rack penggerak (gambar 21). Rack pada poros pitman berhubungan dengan gigi sektor pada ujung poros pitman. Pada poros pitman ini terdapat sektor lain yang berhubungan dengan mur berisikan peluru atau ball nut. Bila minyak menekan torak, pitman akan bergerak ke kanan atau ke kiri.



Gambar 21 Penampang unit gigi kemudi hidrolik

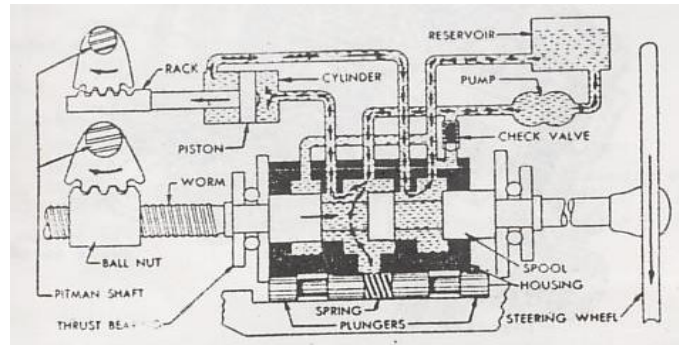
c. Cara Kerja Katup

Bila katup spool digeser dari posisi tengah, menyebabkan minyak bertekanan dari pompa mendorong torah arah ke kanan atau ke kiri. Gerakan torak ini akan menggerakkan poros pitman berputar ke kiri atau ke kanan. Katup spool bergerak oleh gerakan putar roda kemudi saat pengendara memutar membelok ke kiri atau ke kanan. Bila roda kemudi diputar ke kiri, gigi cacing memutar mur yang berisikan peluru sehingga ia bergeser keluar. Sama halnya seperti bila baut diputar dan mur ditahan, maka mur akan bergeser. Sekrup yang berisikan peluru akan bergerak turun ke bawah. Hambatan gerakan mur terjadi oleh gesekan roda terhadap jalan, karena itu mur cenderung tertahan sehingga, poros kemudi dan gigi cacing bergerak ke atas. Gerakan poros kemudi yang bergerak ke atas ini juga akan menyebabkan katup spool ke atas, seperti pada posisi gambar 22



Gambar 22. Bagan unit kemudi hidrolik pada posisi Roda kemudi di tengah atau roda lurus ke depan

Pada posisi ini tekanan minyak disalurkan kesalah satu sisi torak dalam silinder, dan sisi lain torak ini berhubungan dengan reservoir. Torak digerakan ke samping, dan memutar poros pitman sehingga kendaraan berputar ke kiri (gambar 23). Posisi katup spool tetap berada di tengah pada saat kendaraan jalan lurus oleh lima pasang plunyer dan pegas. Plunyer dan pegas dipasang dalam rumahnya dengan jarak yang sama.



Gambar 23

Skema kemudi hidrolis serta arah tekanan minyak saat kendaraan membelok ke kiri.

Sepasang plunyer beserta pegas berada di bagian bawah (gambar 22).

Ketika katup spool bergerak, pegas dimampatkan (gambar 23).

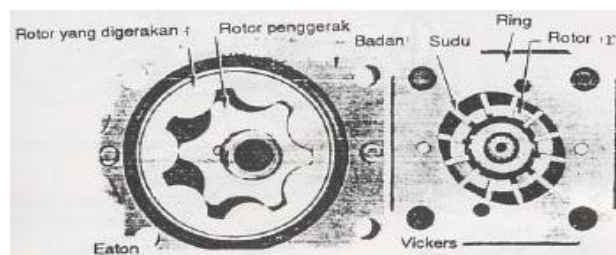
d. Katup Pengatur Tekanan

Katup pengatur tekanan pada gambar 22 dan 3.6 berfungsi untuk membatasi tekanan pompa yang terlalu besar. Karena gerakan katup spool menutup semua minyak yang mengalir ke reservoir, tekanan minyak akan naik sehingga katup pengatur membuka, dan sebagian minyak akan kembali ke reservoir.

e. Pompa Minyak

Gambar 24 memperlihatkan pompa minyak yang dipakai pada kemudi hidrolis seginaw. Rotor yang berada di tengah bila ia berputar akan memutar rotor bagian luar. Ketika pompa ini bekerja, kantong-kantong diantara kedua rotor ini semakin kecil, sehingga minyak dalam kantong-kantong ini akan terjepit dan tertekan keluar melalui lubang buang.

Pada gambar 24 sebelah kanan, pompa minyak menggunakan sudut-sudut yang bergeser dalam dinding rumah pompa. Bentuk rumah pompa berbentuk oval. Ketika rotor berputar, sudut-sudut bergeser mengembang dan menciut. Saat sudut-sudut mengembang minyak masuk kedalam rumah pompa dan kemudian ditekan saat sudut-sudut menciut dalam ruang pompa yang semakin kecil.

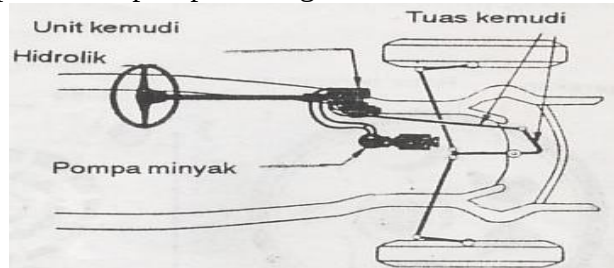


Gambar 24

Penampang pompa untuk kemudi hidrolis seginaw

2. Kemudi Hidrolik GEMMER

Kemudi ini serupa dengan kemudi hidrolik yang telah dijelaskan sebelumnya. Gambar 25 memperlihatkan kemudi hidrolik dan pompa. Pompa minyak berada di belakang generator yang disatukan dengan porosnya dan diputar oleh sabuk penggerak yang diputar oleh puli poros engkol.

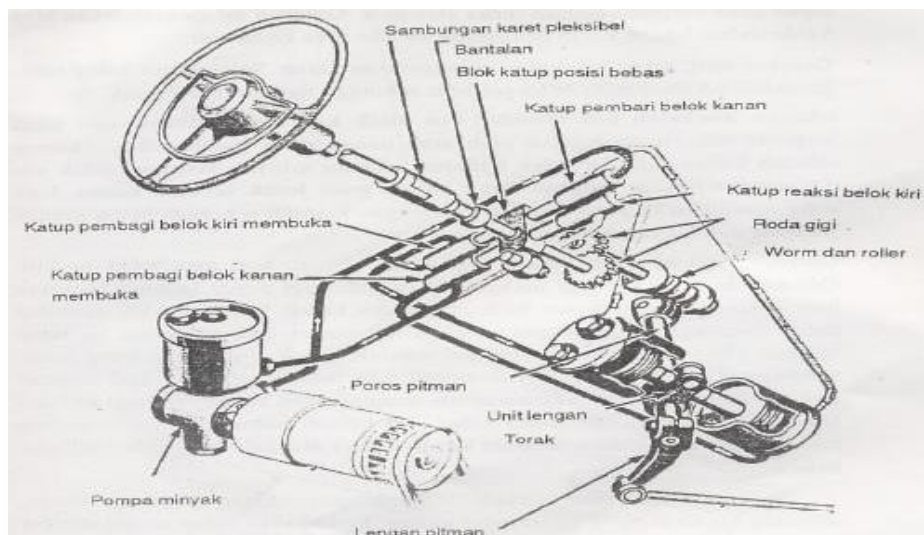


Gambar 25.

Susunan system kemudi hidrolik Gemmer

Unit kemudi hidrolik Gemmer terdiri dari sebuah badan katup yang bergerak sewaktu roda kemudi diputar. Katup bekerja mengarahkan tekanan minyak kedua silinder. Tekanan minyak selanjutnya menggerakkan unit torak, gerakan unit torak ini memberikan tenaga penuh untuk memutar kemudi kendaraan.

Gambar 26 memperlihatkan skema lengkap sebuah sistem kemudi hidrolik Gemmer. Poros kemudi terdiri dua bagian, pada bagian atas poros terdapat roda kemudi dan sambungan karet pleksibel yang dipasang di ujung bawah poros. Ujung atas poros bawah disambung dengan sambungan karet pleksibel keporos kemudi atas, sedangkan pada ujung bawahnya terdapat sebuah roda gigi lurus.

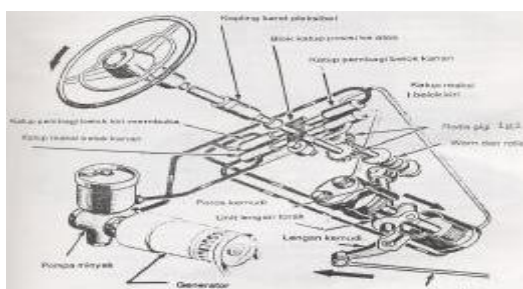


Gambar 26. Bagan kemudi hidrolik Gemmer.

Kemudi kendaraan pada posisi lurus kedepan (Gambar 26), empat katup semuanya sedang membuka. Minyak dari pompa mengalir ke sistem kemudi tanpa ada rintangan sehingga unit torak berada di tengah-tengah. Di bagian tengah poros kemudi ditunjang oleh bantalan. Dengan pemasangan cara ini, roda gigi dapat bergerak ke atas dan kebawah beberapa mm. Bila roda kemudi di putar, poros kemudi berputar sehingga kedua roda gigi berputar. Demikian juga roda cacing pun dan lengan pitman bergerak sehingga lengan kemudi berayun. Akhirnya drag link menggerakkan tuas kemudi. Waktu

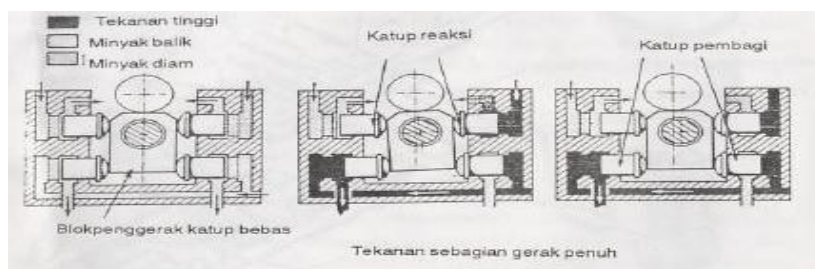
roda kemudi di putar, kedua roda gigi berputar. Tekanan arah kesamping pada roda gigi atau roda gigi penggerak menggerakkan gigi kedua turun naik. Karena pada poros roda gigi kedua ini terdapat roda cacing, ia pun akan bergerak sedikit turun atau naik. Gerakan ini menyebabkan gerakan katup dalam badan katup penggerak ke atas atau ke bawah.

Gerakan blok katup kemudian menggerakkan katup. Selanjutnya katup mengarahkan tekanan minyak ke silinder sehingga unit torak bergerak. Tekanan di sebelah kiri silinder dan torak kiri menyebabkan unit torak bergerak seperti ditunjukkan arah panah pada gambar 3.10 karena sebelah arah silinder tidak tekanan minyak sehingga tidak ada rintangan terhadap gerakan yang terjadi pada torak sebelah kanan. Unit torak disatukan ke poros pitman dan lengan kemudi sehingga poros pitman berputar dan lengan pitman berayun.



Gambar 27. Cara kerja kemudi saat membelok ke kiri

Gerakan kedua roda gigi menyebabkan roda poros gigi kemudi bergerak naik sehingga mengangkat blok penggerak katup (gambar 27). Gerakan blok menutup katup pembagi sebelah kanan dan katup reaksi kiri, sehingga menutup minyak yang mengalir ke silinder sebelah kanan. Pada saat yang sama, tertutupnya katup reaksi kiri menyebabkan minyak tertutup dari silinder kiri. Gerakan blok katup keatas juga menggerakkan katup pembagi kiri dan katup reaksi kanan membuka lebar. Ini berarti bahwa minyak sekarang mengalir bebas kedalam silinder kiri dan juga mengalir bebas dari silinder kanan. Sekarang apa yang terjadi? Tertutupnya katup pembagi kanan, menutup aliran minyak ke silinder kanan. Terbukanya katup reaksi sebelah kanan menyebabkan minyak dalam silinder kanan bebas keluar dari silinder. Pada saat yang sama, pembukaan katup pembagi kiri meneruskan aliran minyak kedalam silinder sebelah kiri dan katup reaksi kiri menutup sehingga menutup aliran minyak dari silinder sebelah kiri. Oleh karena itu Gambar 28 menjelaskan kerja katup yang digerakan oleh blok gambar sebelah kiri, blok berada di tengah – tengah sehingga semua katup membuka sebagian, berarti kemudi pada posisi lurus. Gambar tengah, sedang belok kiri, roda depan mudah diputar tidak banyak tenaga yang diperlukan melalui tuas ke gigi cacing di dalam gigi kemudi, poros roda gigi sedikit menggeser roda gigi naik karena blok penggerak katup sedikit bergeser. Tetapi sebelah roda kemudi putar ke kiri penuh, gambar sebelah kanan, pergeseran blok lebih besar sehingga katup terbuka penuh.



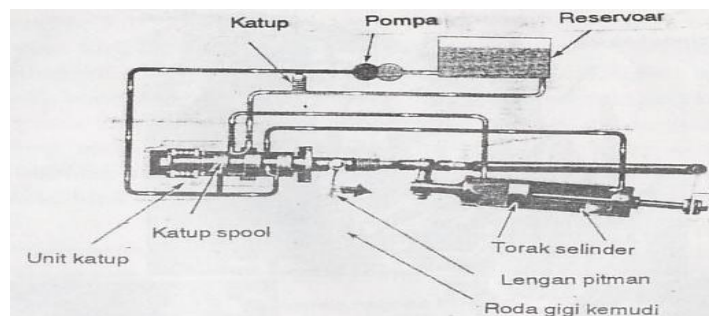
Gambar 28. Posisi blok penggerak katup dan katup pada posisi jalan terus,
belok kiri sedikit dan belok kiri penuh

3. Kemudi Hidrolik Jenis Tuas

Pada kemudi jenis tuas, silinder penggerak tidak disatukan pada roda gigi kemudi. Namun demikian ia masih tetap dihubungkan dengan tuas kemudi. Sedangkan unit katup disatukan pada tuas kemudi, adakalanya menjadi satu unit dengan silinder penggerak (power silinder) atau unit terpisah. Gambar 29 Kemudi hidrolik jenis tuas yang unit silinder penggerak dan unit katupnya terpisah. Pompa minyak berada di atas. Sedangkan tuas, unit katup serta silinder penggerak berada di bawah.

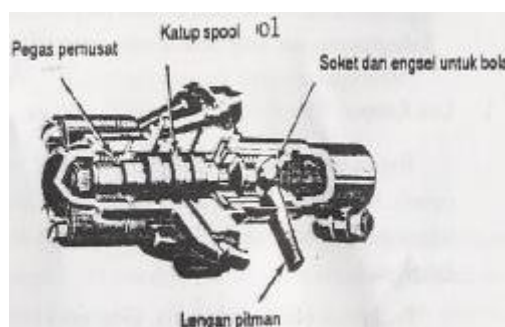
a. Unit katup

Bagian-bagian unit katup terdiri dari katup berbentuk silinder (spool). Katup spool berada dalam badan katup, Gambar 30. Ujung lengan pitman berbentuk bola dan sesuai berada dalam soket batang katup spool. Pada posisi roda lurus kedepan, katup spool berada di tengah unit katup oleh tekanan beberapa pegas. Pada posisi ini, minyak bersikulasi melalui badan katup sehingga tekanan minyak pompa pada kedua sisi torak sama kuat dalam silinder penggerak. Dengan demikian torak dalam silinder roda tidak terjadi gerak kekanan atau ke kiri.



Gambar 30 Bagan kemudi hidrolik jenis tuas.

Arah panah menunjukkan aliran minyak saat membelok ke kiri. Tanda panah besar menunjukkan gerak putar roda kemudi, Lengan pitman dan arah gerak roda depan .



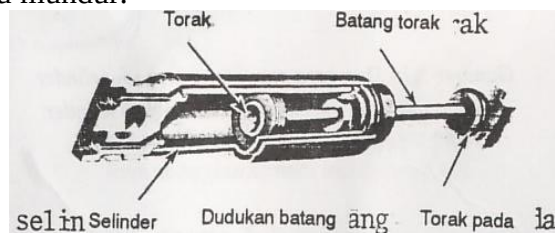
Gambar 31. Penampang unit katup dengan posisi katup spool di tengah. Soket dan peluru dari lengan pitman dihubungkan ke batang katup spool.

Waktu kendaraan membelok ke kiri, lengan pitman bergeser ke satu arah, sehingga katup mulai bekerja. Gambar 30 memperlihatkan kendaraan sedang membelok ke kiri. Ketika roda kemudi berputar ke kiri, lengan pitman berayun ke kanan. Bola pada ujung lengan pitman menggerakkan katup spool ke kanan. Tekanan minyak

dari pompa masuk melalui badan katup hanya dari satu sisi torak dalam silinder penggerak. Aliran minyak pada bagian kanan torak dalam silinder ditunjukkan oleh arah panah. Karena torak disatukan dengan kerangka kendaraan, torak tidak bergerak, maka tekanan minyak dalam silinder mendorong silinder. Silinder dihubungkan dengan batang torak sehingga gerakan kemudi di dorong sepenuhnya oleh silinder penggerak. Ketika silinder bergerak ke kanan, minyak pada sisi kiri kembali melalui katup. Gerakan katup spool ke kanan menyebabkan sisi kiri silinder berhubungan ke reservoir.

b. Silinder Penggerak (Booster)

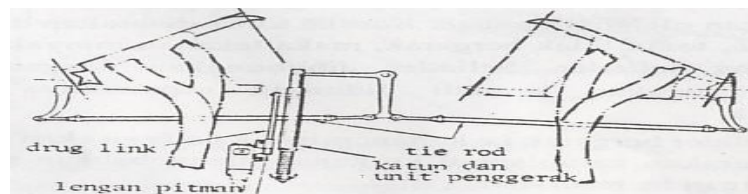
Potongan booster dapat dilihat pada Gambar 32. Silinder terdiri dari dua sel silinder yang sepusat. Minyak melalui antara dua sel dan masuk dari ujung silinder. Ujung batang silinder dipasang pada kerangka kendaraan dengan sambungan fleksibel sehingga gerakan batang torak memungkinkan lurus dengan silinder saat ia bergerak maju mundur.



Gambar 32. Penampang silinder penggerak yang memperlihatkan torak batang torak silinder dan pemasangan batang torak.

4. Kemudi Hidrolik Jenis Integral

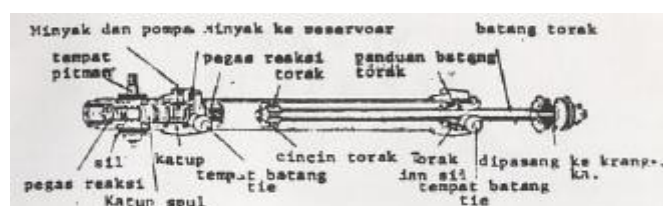
Gambar 33 memperlihatkan cara memasang unit kemudi hidrolik jenis tuas yang unit katup dan silinder penggeraknya dijadikan satu unit. Batang torak silinder penggerak dipasang pada kerangka kendaraan. Silinder dihubungkan ke tuas kemudi hingga merupakan satu bagian.



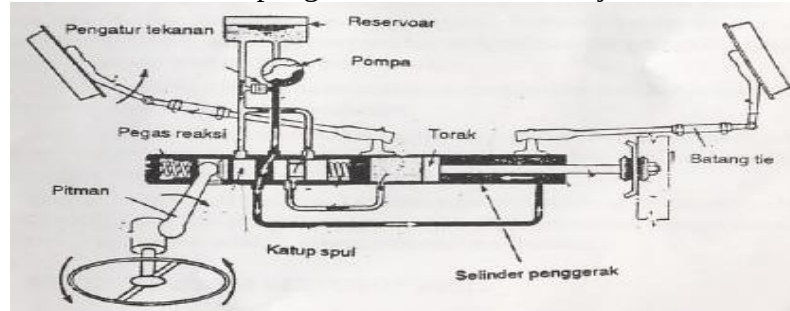
Gambar 33. Dua cara memasang kemudi silinder penggerak yang mempunyai katup dan silinder penggeraknya menjadi satu.



Gambar 34. penampang unit kemudi hidrolik



Gambar 35. Penampang unit kemudi hidrolik jenis tuas.



Gambar 36. Skema unit kemudi hidrolik yang memperlihatkan arah minyak serta gerak bagian – bagian kemudi waktu belok kiri.

Pada gambar 36 skema dari sistem kemudi hidrolik lengkap yang sedang membelok ke kiri. Waktu roda kemudi diputar, bola pada ujung lengan pitman menggeser katup spool ke kanan. Minyak akan masuk dari pompa ke lubang dalam unit, katup terus ke silinder ke kanan sehingga merupakan penggerak utama system kemudi.

F. Tes Formatif 2

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Tie Rod End
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Pitman Arm
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Idler Arm
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Track Rod
5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Steering Arm (Lengan Kemudi)
6. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Steering Box (Kotak Gigi Kemudi)
7. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Collapsible Steering Column (Tabung Kemudi dengan Batang Luncur)
8. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Power Steering (Penguat Tenaga Kemudi)
9. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Kemudi dengan Bola Bersirkulasi (Recirculating Ball Steering Box)
10. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Kemudi Rack dan Pinion
11. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Pompa Power Steering Tipe Vane (Vane Pump)
12. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Power Steering Box (Siklus Operasi Umum)
13. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Collapsible Steering Column (Tabung Kemudi jenis Jala)
14. Jelaskan perbedaan antara kemudi biasa dengan kemudi 4 roda (4 WS)

D. Kunci Jawaban

1. Tie Rod End, Menghubungkan long tie-rod dengan knuckle arm (lengan kemudi)
2. Pitman Arm
 - Merubah gerak putar kemudi menjadi gerak ayun
 - Menghubungkan sambungan kemudi dengan kotak gigi kemudi
3. Idler Arm, Menyokong sambungan kemudi pada sisi tempat penumpang
4. Track Rod
 - Menghubungkan roda kiri dan roda kanan sehingga kedua roda dapat dikendalikan
5. Steering Arm (Lengan Kemudi)
 - Menjamin hubungan tie-rod end dan memberikan sudut belok yang berbeda saat belok
6. Steering Box (Kotak Gigi Kemudi),

- Memperingan pengemudian dan meredam getaran akibat sifat jalan
7. Collapsible Steering Column (Tabung Kemudi dengan Batang Luncur) Untuk mencegah pengemudi dari kecelakaan serius jika terjadi kecelakaan dengan cara memutuskan pen plastik yang terdapat pada tabung kemudi bawah.
 8. Power Steering (Penguat Tenaga Kemudi) membantu meringankan kerja sistem kemudi.
 9. Kemudi dengan Bola Bersirkulasi (Recirculating Ball Steering Box)
Gerak putar roda kemudi memutar baut kemudi yang terdapat di dalam rumah kemudi. Di antara baut kemudi dan mur kemudi terdapat bola yang menggelinding di sepanjang sirkuit. Gerak putar baut kemudi diubah menjadi gerak lurus mur kemudi. Melalui poros sektor, gerak memanjang mur kemudi diubah menjadi gerak ayun pada lengan pit-man. Gerak ayunan pit-man diubah menjadi gerak lurus, belok kanan atau belok kiri pada tie rod.
 10. Kemudi Rack dan Pinion
Sistem kemudi jenis Rack dan Pinion memiliki roda kemudi, sambungan universal, poros utama, dan poros antara. Jika roda kemudi diputar, maka pinion juga berputar. Putaran pinion menyebabkan rack bergerak ke kiri dan ke kanan. Pada ujung rack terpasang tie -rod yang menghubungkan rack dengan knuckle arm (lengan kemudi), gerakan knuckle arm menyebabkan roda membelok pada sudut tertentu. Di ujung rack dan tie -rod juga terdapat sambungan bola (ball joints). Sambungan ini memungkinkan gerak belok dan gerakan akibat pemegasan.
 11. Pompa Power Steering Tipe Vane (Vane Pump)
Pompa jenis ini terhubung dengan putaran mesin dengan menggunakan sabuk, dan menghasilkan tekanan hidrolis untuk memperingan pengemudian. Pompa mengisap minyak power steering dari reservoir dan mengalirkannya menuju katup kontrol aliran melalui pipa tekanan tinggi. Pada pompa ini juga terdapat saluran pengembali sehingga fluida akan bersirkulasi jika tidak diperlukan tekanan untuk pengemudian. Pengemudian pada keadaan normal, fluida akan bersirkulasi dan tekanan hanya naik sedikit, sehingga hanya sedikit daya mobil yang terserap. Jika kendaraan berbelok pada kecepatan rendah (saat parkir), maka tekanan fluida akan naik dan akan menyerap tenaga mesin lebih besar lagi.
 12. Power Steering Box (Siklus Operasi Umum)
Gear box power steering memiliki komponen yang fungsinya sama dengan gear box pada kemudi manual, hanya terdapat komponen tambahan untuk power steering. Kemudi manual antara lain tipe bola bersirkulasi atau tipe cacing dan roll. Gear box power steering terdiri dari katup kontrol untuk mengalirkan fluida, power silinder dan piston untuk merubah tekanan oli menjadi gerak. Komponen pendukung terdiri pompa oli berikut reservoirnya, katup kontrol rotari, dan power silinder pada kotak gigi kemudi. Piston pada power silinder terpasang pada gigi rack, yang terhubung dengan gigi poros sektor.
Pada saat belok katup kontrol aliran bergerak mengatur arah minyak, kemudian minyak mendorong piston di dalam salah satu silinder, sementara itu tekanan minyak dari silinder lain akan mengalir kembali ke reservoir.
Pada saat berjalan lurus, dimana tidak diperlukan bantuan tenaga untuk pengemudian maka katup kontrol aliran akan berada di tengah sehingga tekanan minyak langsung kembali ke reservoir. Dan piston tidak bergerak (diam) karena tekanan di dalam silinder sebelah kanan dan kiri besarnya sama.

13. Collapsible Steering Column (Tabung Kemudi jenis Jala)

Jika terjadi kecelakaan, maka pen antara pipa teleskop dan pipa mantel akan terputus, akibatnya pipa teleskop meluncur dalam pipa mantel. Karena pipa teleskop menyangkut pada rumah jala, maka gaya akibat tabrakan diredam oleh jala-jala pengaman. Dengan demikian pengemudi terhindar dari kecelakaan yang lebih serius jika terjadi tabrakan.

14. Perbedaan antara kemudi biasa dengan kemudi 4 roda (4 WS)

Kemudi biasa yang dapat berbelok hanya roda depan. Kemudi 4 roda memungkinkan roda depan dan roda belakang dapat membelok. Pada kecepatan tinggi arah belok roda depan sama dengan arah belok roda belakang. Sedangkan pada kecepatan rendah (misal: parkir), maka arah belok roda depan akan berlawanan dengan arah belok roda belakang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2000. OPKR-40-008B **Pemeriksaan Sistem Kemudi**..Proyek IAPSD Otomotif dan Tim Standarisasi Otomotif Indonesia.
- Anonim. 1992. **Automotive Mechanics** - Sixth Edition-Volume 1 may and Crouse. Mc.Graw- Hill Book Company.
- Arismunandar, Wiranto. 1980. **Seri Pelajaran Teknologi Secara Bergambar, Teknik Mobil**. Jakarta : Bhratara Karya Aksara.
- Crouse. William H. **Automotive Mechanics** Seventh Edition.
- Hidayat, Dadang dan Santana, Sabar. 2004. **Pemeriksaan Sistem Kemudi**. Jakarta: Dirjen Dikdasmen Mendiknas.
- Patasik, Agus. 1992. **Laras Imbang Roda Depan** . Bandung : Media Cetak PPPG Teknologi Bandung
- Wiganda, Agus Patasik H. 1992. **Kemudi dan Suspensi**. Bandung : Divisi pengembangan bahan belajar PPPG Teknologi Bandung.

MODUL PLPG TA. 2011/2012

KEAHLIAN PROFESI : BODY OTOMOTIF

A. PENDAHULUAN

Bahasan keahlian profesi bodi otomotif mengulas tentang perawatan, perbaikan, diagnosa (analisa kerusakan) panel bodi otomotif, teknik pembentukan panel, dempul, cat dasar, kaca/karet kaca.

Dengan mempelajari modul ini diharapkan dapat mewujudkan tenaga pengajar di SMK Program Keahlian Teknik Bodi Otomotif menjadi tenaga yang profesional, mampu mengembangkan pelayanan sebagai teknisi bodi otomotif yang ada di Sekolah dan /atau Dudi, dan mampu melakukan pekerjaan sebagai teknisi bodi otomotif yang profesional. Pembahasan ini terdiri dari pokok bahasan dasar-dasar bodi kendaraan, peralatan yang digunakan dalam perbaikan bodi kendaraan, teknik pengelasan, teknik perbaikan bodi, fiberglass, sampai dengan pengecatan. Dengan menguasai materi dalam bahasan modul ini, diharapkan akan membantu guru menjadi tenaga pengajar yang memiliki kompetensi di bidang bodi kendaraan untuk dapat menularkan pada siswanya, atau sebagai bekal untuk membuka usaha mandiri.

B. KOMPETENSI

Ada dua kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari materi Body Otomotif ini, yaitu :

1. STANDAR KOMPETENSI

- a. Memperbaiki panel-panel body
- b. Memasang sealer pada sambungan komponen dan bahan peredam
- c. Menggunakan bahan vernies untuk penyelesaian akhir
- d. Melaksanakan prosedur masking
- e. Melaksanakan perbaikan kecil (spot repair)

2. KOMPETENSI DASAR

- a. Melaksanakan perataan panel dengan body filler/dempul
- b. Mengidentifikasi bahan dan peralatan perapat serta peredam
- c. Menggunakan bahan vernies untuk penyelesaian akhir pengecatan

- d. Mengidentifikasi berbagai jenis masking
- e. Mengkilapkan secara manual

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah proses pembelajaran ini selesai diharapkan peserta dapat :

1. Memilih cara dan peralatan yang tepat untuk pengerjaan body filler/dempul
2. Memilih metode finishing yang tepat
3. Menjelaskan jenis-jenis dan fungsi perapat
4. Mengidentifikasi jenis-jenis vernis untuk aplikasi bidang otomotif
5. Memilih jenis vernis untuk aplikasi yang tepat
6. Menjelaskan pengertian masking
7. Menentukan langkah-langkah dalam pelaksanaan masking
8. Menjelaskan tujuan dan fungsi pengkilapan pada pengecatan

D. MATERI PEMBELAJARAN

I. PROSES PENGECATAN

Pada bagian ini akan diuraikan mengenai proses pengecatan yang dimulai dari persiapan permukaan sampai dengan finishing. Ada beberapa perbedaan proses pengecatan bila ditinjau dari bahan cat yang akan digunakan. Misalnya pengecatan untuk cat akhir (top coat) solid menggunakan cat dasar yang lebih gelap dari warna yang sama, cat akhir metalik harus menggunakan cat dasar silver, cat akhir candy harus menggunakan cat dasar silver, cat 'bunglon' (warna bisa berubah-ubah tergantung cahaya yang diterima bodi kendaraan) harus menggunakan cat dasar hitam dan lain sebagainya. Pada bahasan ini hanya akan dibahas proses pengecatan pada umumnya.

a. Persiapan Permukaan

Mempersiapkan permukaan yang akan dicat dengan baik akan menghasilkan kualitas pengecatan yang maksimal, karena pada umumnya kegagalan pengecatan dipengaruhi oleh persiapan permukaan yang buruk. Indikator dari permukaan yang baik dinilai dari kehalusan permukaan, kebersihan permukaan dari karat, lemak dan kotoran lainnya.

Persiapan permukaan dapat dilakukan dengan kimiawi misalnya dengan pengasaman (pickling) yaitu dengan pengolesan bodi kendaraan dengan zat asam, tetapi pengasaman ini

sebatas untuk menghentikan serangan korosi pada logam. Setelah pengasaman komponen dicuci dan dikeringkan dengan cermat guna menghilangkan semua bahan kimia aktif dari celah-celah dan lubang-lubang, serta untuk menjamin agar cat dapat merekat erat pada logam. Cara lain adalah dengan dibersihkan dengan amplas dan dikombinasikan dengan semprotan air untuk membasuh semua debu, menghilangkan produk korosi, dan kotoran yang dapat larut dalam air. Untuk menghilangkan kotoran berupa karat dapat dilakukan dengan cara:

- a) Membersihkan permukaan metal yang akan diperbaiki dengan multi thinner dan dikeringkan.
- b) Amplas permukaan metal dengan amplas kering no. 80.
- c) Bersihkan permukaan dari debu amplas dengan multi thinner dan dikeringkan.

b. Aplikasi Dempul

Dempul digunakan untuk mengisi bagian yang tidak rata atau penyok dalam, membentuk suatu bentuk dan membuat permukaan halus. Terdapat beberapa tipe dempul, tergantung kedalaman penyok yang harus diisi dan material yang akan digunakan. Dempul terdapat tiga jenis yaitu

1. polyester putty (dempul plastik), pada umumnya mengandung extender pigment dan dapat membentuk lapisan (coat) yang tebal dan mudah mengamplasnya, tetapi menghasilkan tekstur kasar,
2. epoxy putty, digunakan untuk memperbaiki resin part, tetapi dalam hal kemampuan pengeringan, pembentukan, pengamplasan lebih buruk dari polyester,
3. lacquer putty digunakan untuk mengisi goresan, lubang kecil (paint hole) atau penyok kecil setelah surfacer.

Pengolesan dempul dilakukan setelah permukaan dibersihkan dari debu, gemuk minyak, air dan kotoran lain. Selanjutnya mencampur dempul dengan 2 % hardener (untuk dempul tipe dua komponen). Kemudian mengulaskan tipis-tipis secara merata (maksimal 5 mm), dan kemudian dikeringkan pada udara biasa atau dioven dengan suhu 500 C selama 10 menit. Setelah dempul kering kemudian diampas untuk mendapatkan permukaan yang rata dan halus.

Secara rinci ikuti langkah-langkah berikut :

- a) Oleskan dempul yang telah dicampur hardener untuk mengisi bagian-bagian yang tidak rata. Biarkan kering di udara selama 30 menit atau dikeringkan dengan lampu infra merah pada suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$ selama 10 menit.
- b) Amplas permukaan putty dengan amplas kering no. 80 dilanjutkan dengan no. 180 dan no. 280 atau amplas basah no. 240 dilanjutkan dengan no. 320 dan no. 400.
- c) Bersihkan permukaan dari debu amplas dengan multi thinner dan dikeringkan.

c. Pengamplasan

Setelah dempul dioleskan dan dikeringkan, bagian-bagian yang menonjol dapat diampas secara manual dengan blok tangan atau secara mekanis dengan sander. Langkah-langkah pengamplasan dapat dirinci sebagai berikut:

- a) Tempelkan selebar amplas #80 pada sander, dan gosoklah seluruh area dengan menggerakkan sander dari depan ke belakang, dan dari samping ke samping, serta semua arah diagonal.
- b) Tempelkan lembaran amplas #120 pada blok tangan, gosoklah permukaan dengan hati-hati, sambil menguji permukaan dengan sentuhan.
- c) Tempelkan lembaran amplas #200 pada blok tangan. Pada tahap ini kita dapat mengamplas sedikit keluar area pendempulan untuk meratakan permukaan lengkungan dan area sekitarnya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengamplasan:

- Pekerjaan mengamplas dapat dimulai setelah reaksi pengeringan dempul berakhir. Apabila dempul diampas sebelum dingin sempurna, maka kemungkinan akan terjadi pengerutan.
- Untuk mencegah goresan yang dalam di sekitar cat, usahakan pekerjaan pengamplasan hanya di bagian yang ditutup dempul.
- Jangan mengamplas keseluruhan area sekaligus, tetapi dengan hati-hati sambil memeriksa kerataan permukaan sebelum pengamplasan dilanjutkan.

d. Prosedur Masking

Prosedur masking dapat diklasifikasikan menurut area lapisan (coat) dan tipe dari metode pengecatan yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Masking untuk Aplikasi Surfacer

Karena aplikasi surfacer menggunakan tekanan udara yang lebih rendah dari pada yang untuk top coat (untuk memperkecil over spray), maka proses masking untuk pekerjaan permukaan dapat disederhanakan. Metode masking terbalik (reverse masking) biasanya digunakan untuk mencegah timbulnya semprotan berganda (spray step).

Reserve masking adalah suatu metode dimana masking paper diaplikasikan dengan membalik luar-dalam, sehingga suatu lapisan (coat) tipis dari kabut cat akan melekat disepanjang bordir. Metode ini digunakan untuk memperkecil timbulnya tangga (step) dan membuat border tidak kentara (tidak kelihatan). Dalam bekerja disuatu area kecil, misalnya spot repainting, border dapat dibuat (ditetapkan) disuatu bodi panel tertentu.

2. Masking untuk Block Repainting

Untuk masking block repainting, panel seperti misalnya fender atau door (pintu) harus dimasking sendiri-sendiri. Untuk lubang-lubang yang ada pada panel tersebut (misalnya lubang untuk trim pieces, atau gap diantara panel) harus ditutup untuk mencegah kabut cat masuk kedalam area tersebut. Apabila terlalu sulit untuk menutup lubang, maka lubang tersebut dapat ditutup dari dalam, sehingga dapat mencegah melekatnya kabut cat pada bagian dalam bodi kendaraan.

3. Masking untuk Shading atau Spot Repainting

Dalam pengecatan ulang suatu panel tanpa border, maka perlu digunakan shading pada panel tersebut. Untuk memastikan bahwa semprotan cat tidak menimbulkan tangga semprotan, maka area harus dimasking dengan menggunakan teknik reverse masking (masking terbalik).

1) Masking ujung

Untuk pengecatan ulang ujung suatu fender, maka area harus di cat dengan spot repainting hanya melibatkan paint area yang lebih kecil daripada blok repainting, maka masking hanya dilakukan dibagian ujung fender saja.

2) Memilih Border dan Metode Masking

Area yang memisahkan bidang yang dicat dengan bidang yang tidak dilakukan pengecatan disebut border (batas). Dalam melakukan masking perlu sekali diperhatikan batasan-batasan yang akan dimasking. Batas masking tersebut dapat didasarkan dari besarnya area perbaikan dan kondisi cat yang lama. Hal ini untuk menghindari terjadinya border yang nampak jelas. Border yang baik tidak akan terlihat sama sekali oleh penglihatan kita. Sebaliknya border yang salah akan nampak jelas batas antara cat yang baru dan cat yang lama. Berikut ini klasifikasi border :

a. Border Pada Gap diantara panel-panel

Untuk blok repaint suatu panel luar yang terpasang dengan baut, maka perbatasan panel harus di masking dengan menggunakan border pada gap diantara panel-panel tersebut.

b. Border pada body sealer (Sambungan Panel)

Quarter panel atau tipe panel las lainnya, ada kemungkinan tidak memiliki gap yang memisahkannya dari perbatasan panel. Inilah salah satunya, yaitu area yang menghubungkan lower back panel dan rocker panel, biasanya menggunakan body sealer, sehingga bagian body sealer ini dapat digunakan sebagai border. Masking tape dapat dilipat ke dalam lebarnya body sealer, untuk membuat step pada border menjadi kurang kentara.

untuk repainting pintu belakang

Bagian yang harus dilepas antara lain : Molding belt pintu belakang, Molding luar pintu belakang dan handel luar pintu belakang.

Buka pintu belakang dan pasang masking tape, sebagai border bagi rangka pintu (door sash).

Ada dua cara masking untuk repainting pintu belakang :

Masking dari luar pintu

Mulailah masking dari tepi lubang

Kemudian, tutuplah pertengahan lubang. Pada saat menutup bagian tengah, jangan menekan masking terlampaui kuat, apabila terlalu kuat menekan maka masking tape dapat terkupas.

Masking dari dalam pintu.

Susunlah bersama beberapa masking tape yang pendek yang cukup besar untuk menutup lubang pemasangan handle pintu luar.

Dari dalam, tempelkan masking tape untuk menutup lubang yang digunakan untuk memasang handle pintu luar.

Tempelkan masking tape sedemikian rupa, sehingga tape melewati bagian lipatan dari pintu. Seperti pada gambar A, tempelkan kira-kira panjang ekstra tape 150 mm (5,9 inc) pada bagian bawah depan pintu belakang. Untuk bagian atas belakang, tempelkan tape pada seluruh rangka seperti yang terlihat pada gambar B. sedapat mungkin, hindari timbulnya kerutan masking tape.

Tempelkan masking tape pada sisi pintu atas, dan biarkan panjangnya berlebihan.

Menggunakan masking tape yang lain, tambahkan masking tape untuk memperlebar bagian tape.

Menggunakan masking tape lain, tekan tape yang diangkat dari rangka pintu (door sash).

Tutuplah pintu belakang, dan gunakan masking tape lain untuk menekan bagian perpanjangan tape yang ditempelkan seperti step terakhir diatas. Pastikan tidak adanya tape yang macet pada tepi pintu.

Bukalah pintu depan, dan tempelkan masking tape pada border yang ditetapkan, disepanjang lembah dari flange depan (gambar A) dari pintu belakang. Demikian pula, untuk bagian bawah flange, panjangkan masking paper sehingga mencapai tape yang telah ditempelkan dari bagian dalam tersebut diatas, dalam step “3”, gambar A. Untuk sisi atas, bungkuskan masking paper disekelilingnya, sehingga menutup rangka pintu (door sash). Masking paper harus mempunyai lebar yang cukup untuk menutup center pillar.

Menggunakan masking tape, tempelkan masking paper sedemikian rupa sehingga melewati tepi belakang pintu depan. Panjangkan ujung atas masking paper secukupnya saja pada rangka pintu, dan ujung bawah pada perpanjangan kira-kira 300 mm (11,81 inc) dari ujung belakang pintu depan. Untuk bagian rangka, bungkuslah masking paper kearah luar, seperti pada gambar A. Akhirnya, tutuplah pintu. Masking paper harus cukup lebar untuk menutup weatherstrip depan. Pada saat menutup pintu depan, lakukanlah secara perlahan-lahan agar masking tape tidak terkupas.

Menggunakan vinyl sheet, tutuplah setengah bagian depan kendaraan, atap (roof) dan bagasi. Vinyl sheet harus dijauhkan kira-kira 200 mm (7,87 Inc) dari pintu belakang. Demikian pula, pastikanlah agar vinyl sheet tidak mencapai lantai. Tutuplah sisi kendaraan yang dapat dipastikan bahwa vinyl sheet tidak kusut.

Tempelkan masking paper pada sisi belakang pintu depan. Masking paper harus sepanjang rocker panel sampai roof (atap). Pastikan bahwa masking paper tidak kusut. Bungkuslah bagian tepi belakang pintu depan. Pada saat melakukannya, gunakan jari anda untuk menempelkan masking tape disekitar tepian.

Tempelkan masking paper pada quarter panel. Bentangkan ujung atas masking paper hingga kaca belakang, dan ujung bawah hampir mencapai lantai.

Bungkuslah bagian depan quarter wheel housing. Tempelkan masking paper pada masking tape yang diaplikasikan dalam step “3”.

Masking rocker panel tersebut diatas adalah langkah masking terakhir. Setelah itu dapat dilakukan pengecatan kecil (spot repainting) pada pintu belakang. Langkah masking sebagaimana tersebut diatas urutannya tidak selalu harus demikian. Bisa dilakukan menurut kreatifitas siswa.

e. Pengoperasian Spraygun

- a. Menggunakan Spraygun Agar dapat mengecat dengan mantap tanpa menjadi lelah, harus dijaga sikap relaks tanpa memegang bahu, pundak atau lengan yang menahan spraygun. Biasanya spraygun ditahan dengan ibu jari, telunjuk dan kelingking, sedangkan trigger ditarik dengan jari tengah dan jari manis.

Agar dapat mengecat dengan mantap tanpa menjadi lelah, harus dijaga sikap rileks tanpa memegang bahu, pundak atau lengan yang menahan spraygun. Biasanya spraygun ditahan dengan ibu jari, telunjuk dan kelingking, sedangkan trigger ditarik dengan jari tengah dan jari manis.

- b. Menggerakkan Spraygun Ada empat hal penting dalam menggerakkan spraygun, yaitu: (1) jarak spraygun, (2) sudut spraygun, (3) kecepatan langkah ayun, (4) pola tumpang-tindihnya/ Overlapping.
- c. Jarak Pengecatan. Gambar 27 adalah Jarak yang sesuai Jarak pengecatan atau jarak antara spraygun dan area yang dicat untuk masing-masing cat berbeda, tergantung dari proses dan obyek yang akan dicat. Bila terlalu dekat akan mengakibatkan cat meleleh dan bila terjadi pada cat metalik akan menimbulkan belangbelang yang diakibatkan oleh partikel metalik yang mengumpul. Bila jaraknya terlalu jauh mengakibatkan permukaan menjadi kasar. Untuk jarak penyemprotan yang tidak teratur akan mengakibatkan hasil pengecatan yang belang-belang dan tidak mengkilap. Jarak spraygun secara umum 15-20 cm, untuk jenis acrylic lacquer : 1020 cm dan enamel: 15 – 25 cm.
- d. Sudut Spraygun Dalam melakukan penyemprotan cat, posisi badan harus diposisikan sejajar dengan benda kerja serta mengikuti dari bentuk benda kerja, mendatar atau melengkung. Arah penyemprotan membentuk sudut 90° dari bidang kerja. Untuk menghindari kelelahan dalam bekerja, pengecatan dilakukan dari atas ke bawah, bukan dari bawah ke atas.
- e. Kecepatan Pengecatan Kecepatan gerak alat semprot hendaknya stabil, baik dengan arah horizontal maupun vertikal. Jika terlalu lambat, cat akan meleleh, bila terlalu cepat maka hasil pengecatan kurang rata. Jika kecepatannya kurang stabil maka akan diperoleh hasil

pengecatan yang tidak rata dan kurang mengkilap. Kecepatan gerak spraygun harus konstan, yang dianjurkan kira-kira 12 feet/detik.

- f. Pola Tumpang Tindih (Overlapping) Overlapping adalah suatu teknik pengecatan pada permukaan benda kerja, sehingga penyemprotan yang pertama dan berikutnya akan menyambung. Tujuannya adalah : 1) Menghindarkan terjadinya tipis 2) Menghindarkan adanya perbedaan warna 3) Untuk mendapatkan ketebalan lapisan cat yang merata dan 4) Mencegah tidak adanya cat pada lapisan pertama dan berikutnya.

1) Overlapping pada bidang vertikal

Pada umumnya dilakukan oleh seorang operator secara berkesinambungan.

2) Overlapping pada bidang horizontal

Dikerjakan oleh dua orang operator secara berpasangan. Operator A lebih dahulu menyemprot benda kerja, kemudian diikuti oleh operator B

3) Overlapping pada bidang permukaan sambungan

Penyemprotan pada bidang perpotongan (misal fender, pintu, dsb) perlu diperhatikan pada waktu mulai menyemprot dan berikutnya tidak boleh tepat pada garis perpotongan dan posisi spraygun harus benar-benar tegak lurus. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya cat tipis dan meleleh.

f. Pengecatan Akhir

Cat akhir merupakan cat yang memberikan perlindungan permukaan sekaligus untuk menciptakan keindahan dalam penampilan corak/ performance kendaraan. Oleh karena itu pengecatan akhir harus hati-hati, sehingga dapat diperoleh hasil yang maksimal dan melapisi permukaan sesuai dengan umur yang dikehendaki jika dilakukan pada kondisi udara yang tepat.

Pengecatan untuk warna solid

- a. Semprotkan 3-5 lapis top coat solid yang sudah diencerkan dengan selang waktu antara lapisan 2-5 menit.
- b. Biarkan kering di udara selama 30 menit atau dengan pengeringan menggunakan sinar infra merah pada suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit.
- c. Pemolesan dapat dilakukan selama 6 jam Pengecatan untuk warna Metalic

- ❖ Semprotkan 3 lapis top coat metalic yang sudah diencerkan dengan selang waktu antara lapisan 3-5 menit.
- ❖ Biarkan kering diudara selama 15 menit atau dengan pengeringan menggunakan sinar infra merah pada suhu $\pm 55^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit.
- ❖ Bersihkan permukaan top coat dengan kain lap penarik debu.
- ❖ Semprotkan 2-3 lapis clear atau gloss yang telah dicampur hardener dengan selang waktu antara lapisan 3-5 menit. Biarkan kering selama 1 jam.
- ❖ Pemolesan dapat dilakukan selama 6 jam. Proses pengecatan dapat digolongkan menjadi dua jenis, yaitu:

- i. Pengecatan Oven. Merupakan suatu proses pengecatan di dalam ruangan khusus (tertutup) dengan pengeringan suhu kurang lebih 80°C .

- ii. Pengecatan Non oven (suhu udara luar) Merupakan suatu proses pengecatan di dalam ruangan biasa (tidak tertutup) dengan pengeringan dalam suhu udara luar $\pm 25^{\circ}-30^{\circ}\text{C}$.

Berdasarkan jenis cat proses pengecatan, dapat digolongkan menjadi beberapa macam yaitu:

a. Cat Bakar (Heat Polymerization)

Tipe ini adalah cat tipe satu komponen, mengeras apabila dipanaskan pada temperatur tinggi kira-kira 140°C (248°F). Tipe ini banyak digunakan dipabrik perakitan otomotif, tetapi jarang digunakan dalam pekerjaan repainting, karena memerlukan baking equipment temperatur tinggi dan melepas atau melindungi komponen plastik dan lain-lain. Tipe-tipe cat bakar ini antara lain:

1) Thermosetting Animo Alkyd

Tipe ini mengandung alkyd dan melamine resin dan sebagai komponen utama, digunakan untuk warna solid. Cat ini memberikan kemauan coating yang sangat baik, termasuk kilap, keras, membangun dan ketahanan solvent.

2) Thermosetting Acrylic

Tipe ini mengandung acrylic dan melamine resin sebagai sebagai komponen utama cat tipe ini terutama digunakan warna metalic yang memerlukan tembus pandang tingkat tinggi. Cat ini memberikan kemampuan coating yang superior sebagaimana cat thermosetting animo alkyd.

b. Cat Two Component (Tipe Urathane)

Cat ini disebut urethane karena alkohol (OH) yang terkandung dalam komponen utama dan isocyanate yang terkandung dalam hardener reaksi reaksi membentuk struktur hubungan menyilang (cross linking) yang disebut tingkatan urethane. Cat ini mempunyai kemampuan coating yang sangat baik, termasuk ketahanan kilap, cuaca, solvent, serta tekstur yang halus, tetapi zat ini mengeringnya lambat dan memerlukan drying equipment untuk mengeringkan dengan benar.

c. Cat Solvent Evaporation (Lacquer)

Cat tipe one komponent ini biasa dikenal sebagai lacquer. Meskipun mengering dengan cepat sehingga mudah penangannya karena tidak sekuat cat-cat two component yang kini banyak digunakan.

Spot Repainting

Spot repainting termasuk dalam pengecatan ulang kendaraan (repainting). Pengecatan ulang sendiri adalah mengaplikasikan cat untuk melindungi atau memperbaiki cat yang sudah digunakan sebelumnya (cat original) dan untuk melindungi serta memperbaiki penampilan kendaraan. Pengecatan ulang dilakukan karena cat warna (top coat) pada kendaraan sudah mengalami kerusakan, baik karena sudah kusam/tidak mengkilap lagi maupun rusak akibat benturan.

Pengecatan ulang kecil dilakukan untuk memperbaiki kerusakan yang agak kecil di daerah fender atau pintu. Hal yang perlu diperhatikan di sini adalah warna cat serta penampilannya jangan sampai berbeda dengan cat original di sebelahnya.

Membersihkan Spraygun

Supaya lubang-lubang kecil didalam spraygun tidak tersumbat oleh cat yang mengering, setiap kali setelah selesai dipergunakan harus selalu dibersihkan dengan cara dikuras menggunakan thinner pencuci, apabila ada cat yang mengering pada lubang dibersihkan dengan kawat rambut yang sesuai dengan lubangnya.

Pengkilapan dan Pemolesan

a. Pengertian Pemolesan (polishing)

Istilah polishing dalam pengecatan adalah pekerjaan menghaluskan permukaan cat setelah melakukan pengecatan. Hasil dari pengecatan masih banyak terkandung debu dan kemungkinan ketebalan yang tidak rata. Untuk melakukan pemolesan, bisa dilakukan dengan bantuan amplas halus terlebih dahulu (jika permukaan terlalu kasar) atau langsung dengan compound saja (jika permukaan sudah halus. Cara memoles bisa menggunakan tangan manual, atau lebih baik menggunakan alat pemoles yang akan menghasilkan alur yang stabil.

Selain itu pemolesan juga bisa dilakukan pada pengecatan ulang, misal pada fender sebagai akibat adanya gangguan pada cat lama. Dengan polishing diharapkan permukaan yang dicat ulang akan menjadi tampak seperti permukaan asli, yaitu yang tidak dicat. Dibandingkan dengan permukaan asli, permukaan yang dicat kembali mungkin saja berbeda dalam hal kilapan atau teksturnya. Tergantung pada kondisi dimana pekerjaan dilakukan, cacat misalnya bintik (seeds) atau meleleh (runs) dapat pula terjadi. Demikian pula tergantung pada teknik pengecatan yang digunakan, permukaan yang dicat dapat terlihat tidak rata. Oleh sebab itu apabila ada perbedaan diantara permukaan yang dicat kembali dengan permukaan aslinya, maka permukaan yang dicat kembali harus digosok (sanded) sehingga akan membentuk suatu sambungan yang kontinyu dengan permukaan yang tidak dicat kembali. Proses inilah yang disebut polishing.

b. Mekanisme Pemolesan

Apabila tekstur dari permukaan yang dicat terdapat tonjolan (tekstur kasar-kasar atau bintik yang tampak setelah pengecatan dan pengeringan) pada permukaan yang dicat harus dihilangkan untuk mendapatkan permukaan yang mirip dengan asli coat.

Tipe permukaan yang memerlukan polishing : Perbedaan tekstur diantara permukaan yang dicat kembali pada permukaan aslinya (Bagian yang dicat kembali Bagian asli), Timbul bintik pada permukaan cat karena menempelnya debu dan kotoran/debu, Cat meleleh atau sedikit buram karena penguapan solvent atau thinner selama proses pengeringan (drying) setelah shanding.

Salah satu faktor yang menentukan hasil pengecatan yang baik adalah bahan-bahan pengecatan yang bermutu, baik bahan yang dipakai untuk persiapan seperti kertas ampelas, dempul dan sebagainya, cat itu sendiri ataupun bahan yang dipakai setelah melakukan proses pengecatannya untuk polishing.

Refinishing Material

Bahan untuk refinishing/pemolesan adalah sebagai berikut :

a. Wheatstone

Digunakan untuk memperbaiki bintik (seed) dan lelehan (runs) sebelum permukaan cat dipoles dengan buffing compound. Akan tetapi apabila lelehannya besar, atau terdapat banyak bintik, demi kemudahan kerja dan penghematan biaya, yang terbaik adalah mengecat ulang permukaan. Saat ini banyak tersedia produk yang menyerupai fungsi whetstone. (misalnya tipe dengan amplas ditempel).

b. Amplas(sand paper)

Amplas (sand paper) berfungsi untuk menghaluskan permukaan dengan cara digosokkan. Halus dan kasarnya kertas amplas ditunjukkan oleh angka yang tercantum dibalik kertas amplas tersebut. Semakin besar angka yang tertulis menunjukkan semakin halus dan rapat susunan pasir amplas tersebut. Amplas digunakan untuk mengamplas lapisan cat, putty (dempul) atau surfacer. Tersedia dalam bermacam-macam bentuk, material serta kekasrannya.

1) Klasifikasi Bentuk

Berdasarkan bentuknya amplas dibedakan menjadi tipe roll dan tipe lembaran. Tipe roll ada yang berbentuk membulat dan ada yang berbentuk empat persegi panjang. Demikian juga tipe lembaran dibedakan dalam bentuk bulat dan empat persegi panjang.

2) Klasifikasi cara pemasangan

Berdasarkan klasifikasi cara pemasangannya amplas dibedakan tipe adhesive, tipe velcro, dan tipe non adhesive.

3) Klasifikasi material

Berdasarkan materialnya perbendaan didasarkan pada jenis material belakang dan material partikel abrasifnya. Berdasarkan material belakang ada empat jenis, yaitu kertas, kertas tahan air, kain, dan fiberglass. Ditinjau dari material partikel abrasifnya dibedakan ada yang terbuat dari silicon carbide, dan ada yang terbuat dari oxidized aluminium.

Amplas terdiri dari partikel abrasif yang diletakkan pada material backing. Partikel abrasif yang terbuat dari silicon carbide, terpecah-pecah menjadi butiran kecil pada saat pengamplasan, dan secara konstan memunculkan tepian yang baru dan tajam. Partikel-partikel ini sangat sesuai untuk mengamplas (sanding) cat yang relatif lunak. Sebaliknya, karena partikel aluminium oxide sangat kuat dan tahan aus, maka material ini sangat sesuai untuk mengamplas (sanding) cat yang relatif keras.

Ada dua metode yang digunakan dalam melapisi partikel abrasif pada material backing, yaitu metode lapisan terbuka dan lapisan tertutup. Pada metode lapisan terbuka, ada jarak yang lebih lebar diantara partikel-partikel. Hal ini memungkinkan partikel yang diampas terlepas dari partikel abrasif, dan mencegah permukaan amplas menjadi tersumbat. Metode lapisan terbuka ini terutama digunakan untuk pengamplasan kering (dry-sanding). Amplas tipe lapisan tertutup memiliki partikel abrasif yang dikemas rapat dan digunakan terutama untuk pengamplasan basah (wet sanding), dimana tidak ada resiko amplas menjadi tersumbat.

4) Klasifikasi Grit (kekerasan)

Nomor grit biasanya dicetak pada bagian belakang amplas. Makin besar nomor grit, makin halus partikel abrasifnya. Rentang nomor dari nomor grit yang digunakan untuk pengecatan automotif adalah antara #60 dan #2000. Tabel berikut memperlihatkan perbedaan nomor grit secara umum.

Sebelum menggunakan amplas, faktor yang sangat penting adalah memilih nomor grit yang berpengaruh pada hasil kerja, dan seberapa lama pekerjaan dilakukan. Sebagai contoh pemborosan waktu dan tenaga akan terjadi, apabila amplas dengan kekasaran yang halus, misal #600 digunakan untuk mengupas cat aslinya, apabila top coat diaplikasi setelah mengupas permukaan dengan amplas yang memiliki grit #60, maka tidak akan diperoleh lapisan akhir yang halus, sebarangpun lapisan diaplikasikan. Dalam praktek tanda yang ditinggalkan oleh amplas dengan grit #80 tidak dihilangkan dengan mudah oleh grit #200. oleh sebabitu, yang penting untuk dilakukan adalah berganti pada grit yang lebih halus secara bertahap, sehingga dapat menghilangkan goresan yang ditinggalkan oleh amplas terdahulu.

5) Material sanding tipe lain

Di samping amplas, ada pula material sanding yang lain, yaitu material dimana syntetic fiber dapat dikusutkan seperti felt. Menggunakan adesif, partikel abrasif dikaitkan satu sama lain oleh fiber. Oleh karena fleksibilitasnya, maka material ini sangat sesuai untuk pekerjaan sanding permukaan yang memiliki konfigurasi panel relatif kompleks (rumit), yang tidak mudah dijangkau oleh amplas. Oleh karena ketahanan air dan keandalannya yang tinggi maka ia dapat digunakan pada pengamplasan basah dan pengamplasan kering.

No.	#60	#	80	#	120	#180	#240	#320	#	#	1000	#	1500	#	2000
Grit600															
Mengupas															
TipePekerjaancat															
Mengamplasdempul															
plastik															
Mengamplas															
surfacer															
Mengamplas															
cepatsetelah															
aplikasi top coat															

c. Buffing compoud; adalah partikel abrasif yang dicampur solvent atau air, dan aplikasinya tergantung pada ukuran partikel yang dikandungnya. Biasanya digunakan buffing compounds kasar dan halus. Tipe dan karakteristik dari buffing compounds:

Buffin
Partikel
Solvent
Additive

d. Buffers; adalah suatu attachment (alat) yang dipasang pada polisher dan digunakan bersama buffing compound untuk memoles permukaan cat. Buffers diklasifikasi menurut materialnya, yaitu untuk kasar dan halus. Kasar digunakan untuk menghilangkan goresan-goresan sanding dan untuk menyesuaikan texture. Buffer kasar digunakan bersamaan dengan buffing compound. Sedangkan buffer halus digunakan terutama dengan buffing compound yang efek abrasinya lebih kecil, misalnya fine-grain, untuk menghasilkan kilapan atau menghilangkan tanda pusran (goresan yang diakibatkan oleh buffer ataupun buffing compound).

e. Polisher; adalah sebuah alat yang dapat membantu pemolesan dengan efisien, polisher digunakan untuk memutar buffer. Dari dua tipe yang tersedia, yaitu tipe elektrik dan tipe pneumatik, tipe elektrik polisher lebih banyak digunakan.

C a t

a. Cat Primer

Cat primer adalah lapisan cat yang digunakan sebagai cat dasar permukaan plat yang berfungsi untuk memberikan ketahanan terhadap karat, meratakan adhesi/daya lekat di antara metal dasar (sheet metal) dan lapisan (coat) berikutnya. Primer digunakan dalam lapisan yang sangat tipis dan tidak memerlukan pengamplasan. Dalam teknik pengecatan cat primer ada 4 jenis, yaitu :

a) Wash primer, sering disebut etching primer.

Jenis ini terdiri dari bahan utama vinyl butyral resin dan zinchromate pigment anti karat, dengan demikian primer ini mampu mencegah karat pada metal dasar.

b) Lacquer primer, terbuat dari bahan nitrocellulose dan alkyd resin.

Cat primer ini mudah dalam penggunaan dan cepat kering.

c) Urethane primer, terbuat dari bahan utama alkyd resin.

Merupakan resin yang mengandung polyisociate sebagai hardener. Cat primer jenis ini memberikan ketahanan karat dan mempunyai daya lekat (adhesi) yang kuat.

d) Epoxy primer, cat primer jenis ini mengandung amine sebagai hardener.

Komponen utama pembentuknya adalah epoxy resin. Epoxy primer memberikan ketahanan terhadap karat dan mempunyai daya lekat yang sangat baik.

b. Dempul

Dempul atau putty adalah lapisan dasar (under coat) yang digunakan untuk mengisi bagian yang penyok dalam dan besar atau cacat-cacat pada permukaan benda kerja. Dempul juga dipergunakan dengan maksud untuk memberikan bentuk dari benda kerja apabila bentuk benda kerja sulit dilakukan. Setelah mengering dempul dapat diampelas untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan. Dempul dapat digolongkan menjadi tiga macam menurut penggunaannya, yaitu :

- a) Polyester putty, sering juga disebut dempul plastik. Dempul ini menggunakan organic peroxide sebagai hardener dan mengandung banyak pigment sehingga dapat membentuk lapisan yang tebal dan mudah diampelas. Dempul jenis ini menghasilkan tekstur yang keras setelah mengering. Biasanya dempul ini diulaskan dengan menggunakan kape dempul dan dipergunakan untuk menutup cacat yang parah atau untuk memberi bentuk pada bidang.
- b) Epoxy putty, dempul ini mempunyai ketahanan yang baik terhadap karat dan mempunyai daya lekat yang baik terhadap berbagai material dasar. Bahan utama dempul ini adalah epoxy resin dan amine sebagai hardener. Oleh karena itu proses pengeringan dempul ini lama, dengan pemanasan paksa menggunakan oven pengering. Dempul ini dapat diulaskan dengan kape dempul atau disemprotkan.
- c) Lacquer putty, dempul ini dapat disemprotkan secara tipis-tipis untuk menutupi lubang kecil atau goresan-goresan pada komponen. Bahan utama pembentuknya adalah Nitrocellulose dan acrylic resin.

c. Surfacer

Surfacer adalah lapisan (coat) kedua yang disemprotkan di atas primer, putty atau lapisan dasar (under coat) lainnya. Surfacer mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

1. Mengisi penyok kecil atau goresan kertas.
2. Mencegah penyerapan top coat
3. Meratakan adesi diatas under coat dan top coat
4. Cat warna/Top coat

Peranan dari cat warna atau top coat adalah cat akhir yang memberi warna, kilap, halus bersamaan dengan meningkatkan kualitas serta menjamin keawetan kualitas tersebut.

e. Thinner/Solvent

Thinner atau solvent berwarna bening dan berbau khas menyengat hidung. Zat cair ini mengencerkan campuran zat pewarna dan zat perekat hingga menjadi agak encer dan

dapat dikerjakan selama pembuatan cat. Thinner juga menurunkan kekentalan cat agar mendapatkan viscositas yang tepat untuk pengecatan.

f. Hardener

Hardener adalah suatu bahan yang membantu mengikat molekul di dalam resin sehingga membentuk lapisan yang kuat dan padat untuk melarutkan hardener agar memperoleh viscositas yang baik. Hardener ditambahkan pada komponen utama dari cat dua komponen yaitu acrylic atau polyester resin.

g. Clear/Gloss

Clear/gloss digunakan sebagai cat pernis akhir pada pengecatan sistem dua lapis untuk memberikan daya kilap dan daya tahan gores terhadap cat warna dasar metalik.

Masking

Dalam metode pengecatan kita sering melakukan perlindungan terhadap permukaan kendaraan yang tidak akan dicat dengan warna yang sama. Langkah kita dalam melakukan perlindungan inilah yang dimaksud dengan masking. Tujuan dari masking ini adalah melindungi permukaan tertentu dari kendaraan agar tidak terkena semprotan cat, dan bahkan dari debu-debu yang dihasilkan dari pengecatan itu. Jika proses masking yang kita lakukan kurang sempurna maka hasil pengecatan kurang sempurna dan kita akan kehilangan banyak waktu untuk membersihkan permukaan tersebut. Oleh karena itu proses masking harus sempurna agar dihasilkan pengecatan yang sempurna.

a. Bahan dan Peralatan Masking

Bahan masking adalah semua bahan kebutuhan yang diperlukan dalam proses masking. Dalam memilih bahan hendaknya selalu mempertimbangkan asas kemudahan dan kehematan. Ada beberapa syarat bahan masking dapat diterima/digunakan antara lain:

- 1) Dapat mencegah solvent terkena permukaan.
- 2) Dapat mencegah terkupasnya cat setelah mengering.
- 3) Dapat mencegah pencemaran debu.
- 4) Tidak meninggalkan adhesive pada permukaan cat.

Bahan-bahan yang diperlukan dalam prosedur masking adalah :

1) Kertas Masking

Kertas masking (masking paper) berfungsi sebagai penutup bagian yang tidak akan dicat. Kertas masking layak digunakan jika bebas terhadap debu, tahan terhadap penetrasi solvent, dan mudah dalam penggunaannya. Kertas masking tersedia dalam berbagai ukuran tebal untuk pekerjaan dan aplikasi yang berbeda-beda, misalnya : kertas yang tebal untuk

mencegah penetrasi solvent atau kertas tahan panas dengan lapisan aluminium dan lain-lain. Untuk memudahkan dalam pengambilan

Masking paper biasanya tersedia dispenser masking paper. Alat ini gunanya untuk menggulung masking paper dengan berbagai ukuran tebal dan disertai pula gulungan masking tape yang langsung bisa menempel pada permukaan masking paper. Ada sebagian masking paper yang sudah dilengkapi dengan masking tape pada bagian bawahnya.

2) Vinyl Sheet

Vinyl sheet adalah material vinyl yang sangat tipis yang biasanya tersedia dalam ukuran lebar yang lebih besar daripada masking paper. Oleh karena itu, sangatlah berguna untuk mencegah overspray cat dalam ukuran yang lebar di sekitar permukaan kerja. Karena terbuat dari vinyl maka kemungkinan tahan terhadap penetrasi solvent sangat tinggi. Dengan demikian vinyl sheet dapat dipakai berulang-ulang selama belum kaku/keras akibat cat yang mengering.

3) Spesial Masking Cover

Spesial masking cover berfungsi menutup keseluruhan kendaraan dan hanya memperlihatkan (membuka) bagian yang akan dicat saja. Cover ini dapat digunakan berulang-ulang. Ada pula masking cover yang hanya digunakan untuk menutup ban kendaraan.

4) Masking Tape

Masking tape adalah bahan perekat yang digunakan untuk menempelkan/memegang masking paper pada body kendaraan. Masking tape pada pengecatan kendaraan hendaknya dipilih yang mempunyai ketahanan terhadap panas, mempunyai daya lekat yang tinggi tetapi tidak meninggalkan adhesive pada bodi kendaraan setelah dikupas. Ada sebagian masking tape di pasaran yang mempunyai daya lekat sangat rendah, sehingga solvent cat dapat merembes masuk dan menghasilkan pengecatan yang kurang sempurna.

Klasifikasi masking tape menurut tahan panas :

- a) Untuk cat dengan pengeringan udara : digunakan pada cat lacquer. Apabila dipanaskan, adhesive akan melekat pada bodi kendaraan.
- b) Untuk cat dengan pengeringan buatan : digunakan pada cat urethane. Tahan panas sampai 60° s.d. 80°C (140° s.d. 176°F).
- c) Untuk cat bakar (baked paint) : Tahan panas hingga 130° hingga 140° C (226° s.d. 284°F).

Catatan :

Sekalipun ketahanan panas masking tape sesuai dengan temperatur pengeringan, tetapi apabila lapisan (coat) lemah terhadap solvent, maka lapisan (coat) akan rusak oleh solvent yang terkandung di dalam adhesive dari tape. Hal ini akan menimbulkan bekas

(tanda) pada permukaan yang ditutup (masked). Untuk menghilangkan bekas tersebut perlu dilakukan pengomponan.

Nama Fungsi

A Bahan anti lekat Mencegah gulungan tape melekat

B Backing Material dasar dari tape (kertas dll)

C Primer Menyebarkan lekatan adhesive pada back adhesive tertinggal pad permukaan kerja

D Adhesive Menyebarkan lekatan

Catatan :

Pada bagian A (bahan anti lekat), adhesif dapat melekat tetapi jika ditarik tidak tertinggal pada permukaan tersebut. Bukan berarti tidak dapat dilekati sama sekali. Pada bagian C (primer) fungsinya untuk mempertahankan adhesive pada bagian B (backing) sehingga ketika dilepas/ditarik adhesivenya akan ikut tertarik dan tidak tertinggal pada permukaan kerja.

Klasifikasi masking tape menurut backing:

- a) Terbuat dari kertas : untuk mencegah overspray pada bodi dan melekatkan masking paper pada tempatnya. Lazim digunakan pada area umum. Meskipun terbuat dari kertas tetapi tetap harus tahan terhadap penetrasi solvent.
- b) Terbuat dari plastik : untuk aplikasi two-tone color dan border melingkar. (border adalah : area yang memisahkan bagian yang dicat dengan bagian yang tidak dicat).

5) Gap Tape

Gap Tape adalah tipe masking material yang dirancang untuk mencegah penetrasi cat ke dalam celah pada engine hood atau pintu. Terbuat dari urethane foam dengan adhesive. Gap tape memudahkan proses masking pada area yang bercelah (gap).

Bentuk yang bulat (silinderal), mencegah timbulnya spray step (semprotan bertangga) sehingga permukaan yang dicat mudah dipoles.

6) Masking untuk weatherstrip

Untuk menjamin separasi (perpisahan) dalam masking suatu jendela sangatlah sulit, karena weatherstrip atau moulding tetap menempel pada bodi kendaraan, cat akan melekat pada weatherstrip. Produk khusus dapat dimasukkan ke bawah weatherstrip untuk membuat celah di antara bodi dengan weatherstrip. Sebagai contoh dari produk ini adalah sebagai berikut :

II. Peralatan Pengecatan Mobil

Dalam proses pengecatan untuk mendapatkan hasil terbaik maka diperlukan beberapa peralatan pendukung antara lain unit kompresor, saluran pemipaan, filter dan regulator, ruang pengecatan, oven pengering, selang angin fleksibel, spray gun dan sebagainya akan dijelaskan pada bab ini.

1. Kompresor Udara

Kompresor berfungsi untuk menghasilkan tekanan udara/angin yang baik dan bersih selama berlangsungnya proses pengecatan. Lubang hisap udara dilengkapi dengan filter yang dapat mencegah uap air, debu dan kotoran masuk.

Konstruksinya terdiri dari motor penggerak, kompresor udara dan tangki penyimpanan yang dilengkapi dengan katup pengaman tekanan.

Motor penggerak yang digunakan yaitu motor listrik atau motor bakar (motor bensin 2 tak dan 4 tak atau motor diesel).

Besarnya tekanan udara yang dihasilkan ditentukan oleh kompresor itu sendiri, daya motor penggerak serta kapasitas tangki penyimpan. Semakin besar kapasitas tangki maka pengisian tekanan akan semakin lambat.

Tekanan yang dihasilkan kompressor diperoleh dari langkah bolak-balik piston yang dilengkapi katup saluran hisap udara dan katup tekan. Tekanan angin tersebut kemudian diteruskan ke tangki penyimpanan.

Volume tangki penyimpan harus disesuaikan dengan kemampuan/daya kompressor. Pada tangki terdapat saluran masuk dari kompresor, saluran keluar menuju pipa-pipa penyalur yang dilengkapi katup kran manual, serta katup pengaman tekanan otomatis dan pressure gauge untuk mengontrol tekanan isi di dalam tangki. Katup otomatis akan terbuka dan udara keluar perlahan apabila tekanan dalam tangki melebihi batas yang diijinkan.

Saluran pemipaan merupakan jalur-jalur pipa yang menghubungkan sumber penghasil tekanan yaitu unit kompresor dengan unit pengguna misalnya spraygun, air sander, air impact dan sebagainya. Ada beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam instalasi pipa penyalur :

Pressure drop atau penurunan tekanan angin yang seminimal mungkin antara sumber (kompresor) dengan unit pemakai, hal ini terjadi disebabkan oleh gesekan antara udara yang mengalir di dalam pipa dengan permukaan dalam pipa-pipa penyalur. Semakin panjang saluran akan berpengaruh terhadap besarnya pressure drop.

Kebocoran yang minimal, biasanya terdapat kebocoran pada sambungan-sambungan antar pipa atau sambungan ke selang pemakai.

Penyaringan/filtering harus baik. Sebelum udara bertekanan disalurkan maka harus disaring dan distabilkan terlebih dahulu melalui unit Air transformer/Regulator.

2. Air Transformer

Udara yang telah dimampatkan di dalam tangki dapat menimbulkan kondensat atau uap air meskipun pada lubang hisap kompresor telah dilengkapi dengan filter udara, maka diperlukan penyaringan dan pengaturan kembali tekanan udara dari dalam tangki dengan air transformer. Air transformer terdiri dua bagian yaitu kondensor/filter dan regulator. Kondensor/filter berfungsi untuk menyaring dan mendinginkan/ mengembunkan uap air yang ada pada udara yang masuk ke saluran pipa-pipa karena dapat mengganggu proses dan hasil pengecatan.

Regulator berfungsi untuk mengurangi tekanan dan mengaturnya tetap stabil sesuai dengan tekanan yang dibutuhkan, regulator juga dilengkapi dengan pressure gauge untuk mengetahui tekanan masuk dari kompresor dan tekanan pemakaian juga dilengkapi katup kran yang dapat diatur.

3. Selang udara

Selang udara berfungsi untuk menyalurkan udara bertekanan dari unit penyalur ke unit pengguna seperti Air Sander, Air Polish, spray gun dan sejenisnya, selang udara terbuat dari campuran plastic dan karet yang dilapisi anyaman nilon supaya lentur namun tetap kuat tekanan sehingga memudahkan bergerak selama proses pengecatan dan terhadap pekerjaan sejenisnya.

4. Ruang Cat (Spray Booths)

Ruang cat merupakan ruangan berventilasi khusus dan aman yang disediakan untuk melakukan proses pengecatan, ruangan ini dilengkapi dengan kipas exhaust yang berfungsi untuk menghisap debu, uap air dan kotoran di udara dalam ruangan supaya tidak ikut menempel bersama dengan cat.

5. Ruang pemanas (Oven)

Oven merupakan ruangan khusus yang mempunyai seperangkat alat yang bisa menghasilkan panas yang stabil dengan temperatur sesuai yang dibutuhkan untuk mengeringkan cat dalam waktu yang relatif singkat.

Pemanas berfungsi untuk membantu mempercepat proses pengeringan cat. Sumber panas oven berasal dari pembakaran bahan bakar yang disalurkan lewat saluran-saluran tertentu sehingga panas di dalam ruang merata atau panas dari beberapa lampu pijar yang dipasang di dalam ruangan.

6. Spraygun

Spraygun adalah suatu peralatan pengecatan yang menggunakan udara kompresor untuk mengaplikasi cat yang diatomisasikan pada permukaan benda kerja. Spraygun menggunakan udara bertekanan untuk mengatomisasi/mengabutkan cat pada suatu permukaan.

Prinsip pengecatan semprot dengan menggunakan spray gun sama halnya seperti pada atomisasi semprotan obat ntamuk. Apabila udara bertekanan dikeluarkan dari lubang udara pada air cap, maka tekanan negatif akan timbul pada ujung fluida, yang selanjutnya menghisap cat pada cup. Kemudian cat yang dihisap ini disemprotkan sebagai cat yang diatomisasi (dikabutkan),.

1. Tipe Spray Gun Dalam garis besarnya, spray gun dapat dibagi menjadi tiga tipe, yaitu: tipe umpan-berat (gravity-feed), umpan-hisap (suction-feed), dan tipe kompresi (compression). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar berikut ini.

2. Konstruksi Spray Gun

a. Sekrup penyetel fluida

Jumlah keluaran cat dapat disetel dengan mengatur jumlah gerakan jarum. Mengendorkan sekrup penyetel akan menambah jumlah pengeluaran cat, dan mengencangkan sekrup mengurangi jumlah pengeluaran cat. Pengencangan sekrup penyetel sepenuh langkah, akan menghentikan aliran cat.

b. Sekrup penyetel fan spreader

Sekrup ini berfungsi untuk menyetel bentuk pola semprotan. Mengendorkan sekrup membuat pola oval (lonjong), dan mengencangkan sekrup membuat pola lebih bulat. Pola yang oval lebih cocok untuk menyemprotkan cat pada area kerja yang besar. Sedangkan pola yang lebih bulat akan cocok untuk menyempotkan cat pada area yang lebih kecil.

c. Sekrup penyetel udara

Sekrup ini berfungsi untuk menyetel besarnya tekanan udara. Mengendorkan sekrup penyetel berarti menambah tekanan udara, dan mengencangkan sekrup penyetel akan mengurangi tekanan udara. Mengencangkan sepenuh langkah sekrup penyetel, akan menghentikan tekanan udara. Tekanan udara yang tidak mencukupi, akan mengurangi atomisasi cat, dan tekanan udara yang berlebihan akan menyebabkan cat terpercik, jadi akan menambah jumlah cat yang diperlukan.

Fungsi lain air cap adalah untuk mengubah arah pola semprotan, yaitu dengan cara memutar air cap.

Gravity-feed

Penampung cat posisinya berada di atas spraygun sehingga cat mengalir sendiri. Karena adanya gaya gravitasi, penampung lebih kecil yang dapat digeser posisinya. Sangat sesuai untuk mengecat permukaan yang relatif luas. Kelemahan model ini adalah saat posisi mengecat tidak tegak lurus, cat dari tabung penampung cenderung akan tumpah dan apabila cat sudah hampir habis, pipa hisap tidak menjangkau permukaan cat.

Konstruksi ini lebih ringan, sangat sesuai untuk mengecat permukaan yang relatif sempit atau mengecat dengan warna yang berganti-ganti. Kerugiannya adalah kotoran yang mengendap pada bagian bawah penampung akan ikut terhisap

Pressuere-feed

Model ini mempunyai keunggulan yaitu mampu mengecat permukaan yang lebar tanpa harus sering mengisi ulang tabung penampung karena menggunakan tangki penyimpan cat yang lebih besar, kapasitas 4-40 liter.

Spraygun terpisah dengan tabung catnya sehingga lebih ringan dan mudah melakukan pengecatan dalam berbagai posisi. Mulut spraygun dirancang bukan untuk menghasilkan kevakuman seperti model lainnya, berfungsi hanya sebagai mulut penyempot cat yang sudah menjadi gas. Pada tabung cat sudah diberikan tekanan sehingga cat keluar karena tekanan angin dari dalam tabung cat.

7. Air Brush Pen Kit

Air brush pen mempunyai fungsi yang sama dengan spray gun tetapi volumenya lebih kecil seukuran dengan bulpen untuk menggambar, air brush biasa digunakan untuk mengecat permukaan benda yang sempit dan warna yang detil, atau untuk menggambar bentuk-bentuk tertentu. Dipergunakan para seniman airbrush untuk menuangkan imajinasinya dengan media bodi mobil atau media lainnya.

8. Blok Tangan

Blok tangan/hand block adalah blok dimana amplas ditempelkan dan digunakan untuk pengamplasan manual supaya hasilnya rata pada seluruh permukaan. Ada yang berbentuk datar dan ada pula yang mempunyai siku atau sudut tertentu.

9. Sander

Sander adalah alat pengikis yang diberi power dimana amplas dipasang dan digunakan untuk mengamplas lapisan cat, putty/surfacer. Menurut tipe power yang digunakan. Sander dapat dibagi menjadi : Tipe elektrik yaitu yang menggunakan tenaga listrik dan Tipe pneumatik yaitu menggunakan udara bertekanan.

11. Spatula (Kape)

Spatula digunakan untuk mencampur dempul atau aplikasi pada permukaan benda kerja. Bahan ini terbuat dari plastik, kayu dan karet. Setelah digunakan spatula harus dibersihkan secara menyeluruh sebelum mengering. Apabila masih ada dempul yang tertinggal dan mengering pada spatula, maka dempul akan mengeras dan membuat spatula tidak dapat digunakan kembali.

12. Pistol Udara

Pistol udara atau air duster gun digunakan untuk membersihkan permukaan kerja dari debu atau kotoran lainnya dengan cara meniupkan udara bertekanan.

13. Papan Pencampur

Papan pencampur atau mixing plate dipergunakan untuk mencampur dempul atau surfacer dengan hardenernya supaya lebih mudah dan merata. Alat ini terbuat dari metal, kayu, atau plastik.

14. Kertas Masking

Kertas masking atau masking paper adalah kertas yang digunakan untuk menutup area yang tidak boleh terkena cat saat melakukan pengecatan sebagian. Misalnya kaca atau mengecat permukaan dengan warna berbeda.

15. Masker Pernafasan

Masker sangat diperlukan saat kita melakukan pengecatan karena zat-zat kimia yang terkandung dalam cat akan mudah terhirup paru-paru, dan sangat berbahaya bagi kesehatan baik jangka panjang maupun jangka pendek. Masker merupakan alat keamanan yang wajib dipakai saat melakukan proses ampelas, sanding, pengecatan dan sejenisnya.

Masker bisa terbuat dari lembaran kain khusus atau dibentuk khusus dari plastik yang dilengkapi busa penyaring yang dapat dibersihkan atau diganti.

Tugas:

Buatlah table dengan kolom: no, nama peralatan pengecatan, fungsi dan cara menggunakan. Diskusikan hasil pekerjaan Anda dengan teman.

III. TEKNIK PERBAIKAN BODY OTOMOTIF

Kendaraan diciptakan sebagai alat bantu manusia dalam memenuhi kebutuhan transportasi sehari-hari. Ketika kendaraan digunakan, sangat mungkin terjadi kerusakan bodi yang tentunya juga tidak diinginkan. Kerusakan tersebut ada yang bersifat kecil seperti tergores, penyok atau juga kerusakan berat seperti rangka yang bengkok, bodi yang ringsek dan sebagainya.

Sebelum membahas lebih lanjut mengenai metode perbaikan bodi kendaraan, terlebih dahulu akan dibahas mengenai sifat-sifat mekanis dari bahan. Karena bodi kendaraan sebagian besar terbuat dari plat eyser, maka dalam uraian sifat-sifat mekanis ini mengarah kepada logam padat.

Sifat mekanis dari suatu bahan adalah kemampuannya dalam menahan suatu beban, baik beban statis atau beban dinamis, pada keadaan suhu rendah dan tinggi. Beban statis adalah beban yang tetap, berat atau ringan dalam arah tertentu pada setiap saat. Termasuk beban statis adalah tarikan, tekanan, lengkungan, puntiran, geseran dan kombinasi diantara keduanya. Sedangkan beban dinamis adalah beban yang arahnya berubah-ubah menurut waktu, diantaranya beban secara tiba-tiba atau mengejut, beban secara berubah-ubah, dan beban bergetar.

Dari kedua sifat tersebut, maka diusahakan agar bahan yang mempunyai sifat mekanis tertentu yang baik, tetapi juga mempunyai sifat lain yang kurang baik, maka diambil langkah untuk mengatasinya sehingga bahan tersebut dapat digunakan. Dengan mempelajari karakter sifat ini, dapat diketahui dampak benturan atau kejadian lain sebagai akibat dari kecelakaan kendaraan, sehingga dapat untuk melakukan tindakan perbaikan sesuai dengan metode yang tepat berdasar bentuk kerusakan.

1. Perubahan bentuk (deformasi)

a. Deformasi elastic

Jika suatu logam menerima gaya dari luar dan mengalami perubahan bentuk dalam batas tertentu, maka deformasi yang terjadi hanya bersifat sementara. Apabila gaya penyebab deformasi tersebut dihapuskan, maka logam akan kembali ke bentuk semula. Hal ini terjadi apabila pembebanan yang diberikan masih berada di bawah batas kekenyalan logam tersebut.

b. Deformasi plastis

Jika deformasi logam terjadi di luar batas elastisitas, dan besarnya muatan tekanan yang diberikan melampaui batas kritis bahan, maka atom-atom logam akan berubah posisinya dan tidak mungkin kembali. Sifat plastis bahan merupakan salah satu sifat yang penting untuk membedakan bahan yang satu dengan lainnya. Berdasar sifat plastis pulalah dapat dilaksanakan pengerjaan logam yang membentuk atau mengubah bentuk yang sudah ada.

Sebagai contohnya adalah penempaan rangka mobil (chasis), pelengkungan bodi mobil, penggilasan besi profil serta penarikan kawat logam.

c. Deformasi slip

Yaitu penggelinciran gugusan Kristal satu terhadap yang lainnya disepanjang bidang tertentu, yang selanjutnya dikenal dengan bidang slip.

d. Deformasi twinning

Adalah deformasi yang disebabkan oleh puntiran atau perputaran secara tiba-tiba dari suatu bagian Kristal. Perbedaan antara twinning dan slip hanya dapat dilihat dengan mikroskop, dan terjadinya biasanya disebabkan karena pembebanan yang tiba-tiba disertai dengan pengurangan temperature.

2. Pergeseran dan penguatan

Hal ini disebabkan karena perubahan yang terjadi pada Kristal logam, seperti pada slip dan deformasi. Proses menjadi lebih kuat dan lebih keras inilah yang dikenal dengan istilah proses “work hardening”. Proses ini banyak dilaksanakan pada penguatan dan pengerasan logam-logam, misalnya pembuatan plat stainless steel, pelat aluminium dan lain sebagainya.

3. Kekerasan (hardness)

Salah satu sifat penting dalam logam adalah kekerasan. Kekerasan logam tidak bias diberikan dengan ukuran mutlak, tetapi dibandingkan dengan logam lain yang telah ditentukan kekerasannya. Pengukuran kekerasan logam diantaranya dilakukan dengan pengujian brinell, vickers, Rockwell, scleroscope, serta microhardness test.

4. Keregangan (ductility)

Yaitu sifat bahan yang menyebabkan bahan tersebut dapat ditarik menjadi kawat, sebab jika logam mendapat pembebanan yang besar, maka akan mempunyai sifat meregang.

5. Malleability (kemungkinan dapat ditempa)

Sifat ini memungkinkan suatu jenis logam dapat ditempa dan digilas menjadi pelat-pelat tipis, tanpa mengalami perpecahan.

6. Kelelahan (fatigue)

Sifat ini adalah kemampuan bahan dalam menerima beberapa kali beban yang berganti-ganti dengan tekanan maksimal dikenakan pada setiap pembebanan. Beban-beban seperti ini biasanya terdapat pada bagian yang mengalami pembebanan timbal balik seperti pegaspegas, poros-poros dan sebagainya.

a. Tegangan dan Regangan

Tegangan adalah gaya yang mengenai bahan pada setiap satuan luas. Secara umum, tegangan dijabarkan menjadi tegangan normal (tarik/ tekan) dan tegangan geser.

Untuk mencari besarnya tegangan digunakan rumus: $s = F_n / A$ (untuk tegangan normal) $t = F_p / A$ (untuk tegangan geser) Dimana A adalah luas permukaan yang terkena gaya Regangan adalah intensitas deformasi bahan menurut besar gaya dan arahnya (perbandingan perubahan panjang terhadap panjang semula). Regangan dibagi menjadi 2, yaitu regangan linier dan regangan geser. Gambar 15.2 Regangan linier dan regangan geser Untuk mencari besarnya regangan digunakan rumus $\epsilon = \Delta L / L$ (untuk regangan linier) $\gamma = e / L$ (untuk regangan

geser) Diagram Regangan-Tegangan Diagram yang menggambarkan perubahan bentuk/ deformasi bahan dibawah pengaruh perubahan gaya.

Dari gambar di atas,dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

Batas proporsional (proportional limit), adalah tegangan terbesar dimana suatu bahan dapat menahan beban tanpa kehilangan kesebandingan/ proporsionalitas menurut arah lurus diantara tegangan dan regangan (A).

Batas elastisitas (elastic limit), adalah tegangan terbesar bahan dimana bahan tersebut dapat menahan beban tanpa perubahan bentuk permanen (B).

Tegangan Hasil (yield stress), adalah tegangan pada tempat dimana mulai terjadi penambahan regangan tanpa adanya pertambahan tegangan.

Proof stress, adalah jumlah tegangan yang diperlukan untuk menimbulkan perubahan/ deformasi pendahuluan dalam spesimen dihitung menurut prosentase panjang semula.

Tegangan maksimum (ultimatum strength) adalah tegangan bahan dimana bahan tersebut mampu berkembang. Dalam praktiknya, UTS dihitung dengan memakai luas penampang mula-mula spesimen, atau disebut juga sebagai beban yang mematahkan bahan (C)

Deformasi plastis, adalah perubahan bentuk bahan permanen (permanent deformation) bila pengaruh beban ditiadakan.

Dalam bab ini akan dibahas mengenai beberapa metode perbaikan 396bodi kendaraan, dimana dasar dari kerusakan ataupun langkah

Teknik Perbaikan Bodi perbaikannya menggunakan prinsip-prinsip tegangan dan regangan tersebut. Gambar 15.4 Kerusakan bodi akibat tabrakan Dalam proses pembuatan bodi kendaraan ataupun perbaikan bodi kendaraan, diperlukan adanya beberapa perlakuan. Gambar 15.5 Proses menekuk

Untuk memperkuat konstruksi dari bodi kendaraan, diperlukan suatu proses tertentu agar lembaran plat bisa menjadi keras/ kuat. Salah satu cara untuk pengerasan itu dengan cara ditekuk. Ada beberapa bodi kendaraan yang dibuat memiliki garis alur atau nut mengelilingi bodi. Ada cara yang lain dengan cara dipanaskan, atau dipalu secara berulangulang.

Demikian halnya bila terjadi tabrakan, bisa jadi plat akan menekuk dan menyebabkan konstruksi menjadi kuat. Namun ada plat yang masih bisa kembali ke kondisi semula meski baru saja mengalami perubahan. Apabila lembaran plat ditekuk atau dibengkokkan (diberi tekanan) belum melebihi batas elastisitas, maka lembaran plat tadi masih bisa kembali ke bentuk semula setelah tekanan dihilangkan. Namun apabila telah melebihi batas elastisitas, berarti masuk pada tahap plastis sehingga tidak akan kembali ke bentuk semula. Hal ini memerlukan energi yang berlawanan arahnya untuk mengembalikan permukaan tersebut.

Metode yang akan digunakan untuk memperbaiki bodi kendaraan tergantung dari:

- a. Kualitas pekerjaan yang diharapkan
- b. Peralatan yang dimiliki.
- c. Jenis kerusakan yang terjadi

d. Nilai/ harga dari kendaraan

Untuk membuat pekerjaan perbaikan bodi dapat berhasil dengan baik dan kerusakan tersebut bisa 100% pulih tentunya memerlukan peralatan yang cukup. Setelah itu, metode pengerjaan yang digunakan untuk perbaikan tersebut tentunya tidak hanya satu metode, melainkan gabungan dari berbagai metode untuk membuat bodi atau rangka kendaraan menjadi pulih. Jika kita hanya memerlukan kualitas pekerjaan tidak terlalu sempurna, kemungkinan satu atau dua metode saja cukup.

Metode yang akan digunakan dalam memperbaiki bodi/ rangka kendaraan sangat tergantung dari peralatan yang dimiliki. Namun demikian tentunya harus bisa mengoptimalkan peralatan tersebut sesuai dengan fungsinya. Oleh karena itu teknisi perlu mengasah ketrampilan dalam mengaplikasikan salah satu metode perbaikan bodi kendaraan.

Semakin tinggi nilai kendaraan, misalnya mobil baru dan atau mahal maka diperlukan metode yang menggunakan peralatan perbaikan yang canggih dan tentunya juga banyak mengeluarkan biaya. Untuk kerusakan yang kecil, kemungkinan bisa diperbaiki dengan menggunakan satu metode saja, sedangkan jika kerusakannya besar, maka dimungkinkan perbaikan memerlukan berbagai metode.

Berikut ini kemudian akan dibahas beberapa teknik perbaikan bodi kendaraan:

b. Teknik Vacuum Cup

Apabila terjadi kerusakan plat bodi kendaraan akibat benturan yang menyebabkan mulurnya plat bodi, namun tidak melebihi batas elastisitas, dapat diperbaiki dengan menggunakan vacuum cup. Namun apabila pada plat bodi mengalami kerusakan melebihi batas elastisitasnya (misalnya plat bodi mengalami kerusakan membentuk sudut-sudut dan lainnya) kemungkinan perbaikan dengan vacuum cup sulit untuk mencapai hasil yang maksimal.

Cara menggunakan vacuum cup adalah sebagai berikut:

1. Bersihkan permukaan bodi kendaraan dari kotoran/ debu, sebab bila permukaan kotor, maka vacuum cup tidak bisa menempel dengan kuat.
2. Menarik vacuum cup kearah luar (kearah bentuk awal dari bodi) c. Bila perlu, kita bisa menggunakan sliding hammer untuk menarik permukaan plat bodi yang tidak bisa hanya dilakukan dengan tangan biasa. d. Untuk kerusakan pada permukaan atap kendaraan, kita kesulitan untuk menariknya, maka kita bisa menggunakan alat bantu crane untuk membantu pekerjaan kita. Apabila permukaan plat bodi belum bisa dipulihkan dengan menggunakan vacuum cup dengan sempurna, maka teknik perbaikan yang lain bisa digunakan. Untuk lebih mengefektifkan proses perbaikan ini, bisa menggunakan beberapa alat bantu lainnya seperti penggunaan body spoon dan palu.

c. Teknik Batang Penarik dengan sliding hammer

Apabila kerusakan plat bodi kendaraan mengalami penyok yang tidak beraturan, atau membentuk lengkungan yang membentuk sudut tertentu, maka metode vacuum cup akan sulit diaplikasikan. Hal ini terjadi, pada bagian plat bodi yang membentuk sudut memiliki kekuatan yang lebih besar, dan diperlukan daya yang besar untuk mengembalikan plat bodi ke kondisi semula. Teknik perbaikan yang mungkin bisa digunakan adalah teknik batang penarik atau dengan teknik sliding hammer.

Untuk menarik plat bodi yang mengalami kerusakan, diperlukan dudukan atau tempat untuk menarik. Ada 2 cara yang bisa ditempuh untuk menarik bagian bodi yang rusak tadi.

Cara yang pertama adalah dengan melubangi plat yang rusak tadi, kemudian ditarik, setelah itu baru lubang pada plat bodi tadi ditutup kembali.

Cara yang kedua adalah dengan memasang pengait pada panel yang rusak dengan menggunakan las. Kemudian dari pengait tadi, panel yang rusak bisa ditarik dengan menggunakan tangan, atau bila perlu menggunakan sliding hammer.

Namun apabila menggunakan sliding hammer, perlu diperhatikan besar tenaga yang digunakan. Setelah perbaikan selesai, maka pengait tadi dilepas dan permukaan plat bodi diratakan kembali.

Para mekanik biasanya tidak senang menggunakan teknik dengan melubangi plat bodi atau mengelas pengait pada perbaikan bodi. Hal ini digunakan dikarenakan harus ada pekerjaan tambahan setelah bodi menjadi rata, yaitu menutup lubang atau meratakan permukaan yang dilas, baru kemudian melakukan pendempulan. Namun jika dirasa tidak ada jalan lain mengembalikan plat bodi yang rusak tadi, maka teknik ini tetap bisa.

d. Teknik Perbaikan dengan Alat Hidrolik

Apabila kerusakan yang terjadi pada plat bodi lebar atau parah, kadang teknik yang sudah disampaikan diatas tidak cukup untuk menyelesaikan pekerjaan perbaikan. Oleh karena itu kadang perlu peralatan hidrolik untuk menarik, atau menekan/ mendorong plat bodi yang rusak tadi. Untuk menarik plat tadi bisa dibuat kaitan pada plat bodi seperti pada teknik sebelumnya, yaitu bisa membuat lubang atau menambah pengait.

Untuk perbaikan dengan menggunakan peralatan hidrolik, seperti alat-alat yang sudah diuraikan pada bab sebelumnya, maka diperlukan peralatan bantu lain seperti palu dan dolly untuk mengembalikan bodi seperti pada kondisi sebelumnya. Jadi ketika plat bodi sedang ditarik, palu atau dolly bisa diaplikasikan pada garis-garis bodi untuk mempercepat proses perbaikan. Peralatan hidrolik bisa menggunakan ram standar, atau peralatan lainnya.

e. Teknik Batang Pengungkit (pry bar)

Kerusakan plat bodi kendaraan kadang terjadi pada tempat-tempat yang sulit dijangkau. Misalkan pada bagian pintu kendaraan, tidak bisa diperbaiki dengan beberapa teknik yang sudah disampaikan diatas karena tempatnya yang terlalu sempit. Oleh karena itu Maka bisa menggunakan batang pengungkit.

Perbaikan dengan menggunakan teknik ini dilakukan dengan menyelipkan pry bar melalui celah sempit yang ada pada bagian bawah dari pintu, atau jika perlu bisa membuat lubang pada pintu yang nanti akan ditutup dengan door trim.

f. Teknik On-dolly hammering

Palu dan dolly merupakan peralatan yang paling sering digunakan untuk perbaikan bodi kendaraan. Peralatan ini bisa dikatakan sebagai peralatan standar perbaikan bodi kendaraan. Pemilihan palu dan dolly yang tepat sangat penting dalam perbaikan bodi kendaraan, karena akan menentukan hasil akhir pekerjaan. Untuk permukaan dengan kerusakan yang lebar, maka menggunakan dolly yang hampir rata. Sedangkan untuk kerusakan pada lengkungan bodi yang tajam, menggunakan dolly yang semakin cekung.

Teknik palu-on dolly dilakukan dengan cara memukulkan palu pada bagian plat yang terjadi kerusakan, sedangkan pada bagian bawahnya dilandasi dengan dolly. Dengan cara ini, plat bisa kembali rata, dengan konsekuensi struktur dari logam akan menekan ke sekeliling kerusakan tadi. Setelah kerusakan yang terjadi sudah berkurang, kelengkungan akan sulit dihilangkan. Terdapat 2 cara untuk menyelesaikan pekerjaan ini.

Cara pertama mengusahakan plat tadi tidak cembung, tetapi diusahakan cekung kemudian langkah perbaikannya dengan menggunakan dempul. Atau cara yang kedua, adalah dengan melanjutkan perbaikan menggunakan teknik yang lain, yaitu teknik hot-shrinking, yaitu memanaskan plat dengan las oxyacetylene (pada api) sampai menghasilkan warna kemerahan, kemudian mendinginkannya dengan tiba-tiba. Setelah itu, permukaan yang belum rata dilakukan pendempulan.

Langkah-langkah perbaikan plat bodi dengan teknik palu-on-dolly adalah:

1. Peganglah bagian belakang dari dolly yang akan digunakan dengan menggunakan tangan kiri. Sedangkan palu dipegang dengan tangan kanan.
2. Cobalah latihan memukul langsung permukaan dolly dengan pelan-pelan, sehingga Anda akan merasa nyaman memegang dolly dan palu. Gambar 15.16. Melatih pukulan
3. Letakkan dolly pada bagian plat yang rusak (bila tidak terlihat, maka Anda harus merasa yakin dolly telah tepat pada posisinya, bisa dengan bantuan melakukan pukulan ringan).
4. Ayunkan palu ke plat yang rusak dengan pelan-pelan terlebih dahulu. 5. Setelah dirasa tepat, maka proses memalu dapat dilakukan berulang-ulang dengan tenaga secukupnya, sampai permukaan mendekati hasil yang rata.

g. Teknik off-dolly hammering

Kalau pada teknik palu-on-dolly yang dipalu adalah bagian yang terdapat dollynya, maka pada teknik palu-off-dolly, yang dipalu adalah bagian diantara atau disekeliling dari dolly yang ditempatkan pada pusat plat yang penyok (seperti yang terlihat digambar). Gerakan tangan kiri yang memegang dolly, akan mendorong plat yang penyok ke atas, ketika palu ditarik. Teknik ini dipergunakan pada bagian yang mengalami kerusakan/ penyok yang luas. Setelah bagian yang penyok sedikit, dapat menggunakan teknik palu-on-dolly atau hot shrinking dilanjutkan dengan pendempulan.

h. Teknik Pengikiran

Kikir digunakan untuk meratakan permukaan. Pada pekerjaan plat bodi kendaraan, penggunaan kikir untuk meratakan permukaan plat sering sekali digunakan. Sebagai contoh, plat yang mengalami kerusakan akibat tabrakan kadang meninggalkan sudut yang perlu diratakan dengan kikir. Demikian juga dengan bekas pengelasan harus dibuat rata kembali. Penggunaan mesin gerinda bisa digunakan untuk mempercepat menghilangkan cacat pada bodi. Namun agar hasilnya baik, maka perbaikan akhir (finishing) lebih halus jika menggunakan kikir.

Demikian halnya dengan prosedur meratakan permukaan dempul. Sebelum menggunakan amplas, untuk mempercepat proses perbaikan, bisa menggunakan kikir. Apabila menggunakan mesin gerinda, akan menghasilkan permukaan yang kasar dan cenderung tidak rata, karena apabila menggunakan mesin gerinda, tekanan yang dihasilkan tidak bisa merata.

i. Teknik hot-shrinking

Kerusakan plat bodi kendaraan yang sering terjadi akibat adanya tekanan gaya luar (misal tabrakan) adalah mulurnya plat bodi. Selain menggunakan teknik palu-on-dolly dan palu-off-dolly, mulurnya plat bodi juga bisa diperbaiki dengan teknik hot-shrinking.

Teknik ini dilakukan dengan memanfaatkan sifat dari logam yang dipanaskan dan didinginkan. Logam yang dipanaskan akan memuai, sedangkan bila didinginkan akan mengerut. Plat bodi yang melengkung/ penyok dipanaskan dengan mengayun brander las dengan arah memutar, hingga plat mengembang (warnanya kemerahan dan hati-hati jangan sampai berlubang), kemudian didinginkan dengan air secara tiba-tiba.

Langkah lainnya agar pekerjaan lebih efektif, bisa memadukan dengan teknik perbaikan yang lain. Teknik palu-on-dolly misalnya, yaitu setelah dipanaskan, plat bodi diperbaiki dengan palu shrinking dan dolly, baru kemudian didinginkan dengan air secara tiba-tiba.

j. Teknik Pemotongan Bodi

Dalam memperbaiki bodi kendaraan yang rusak, sebaiknya diperkirakan total biaya yang diperlukan untuk memperbaiki kerusakan tersebut. Kemampuan dalam mengestimasi jumlah biaya perbaikan, akan menentukan teknik perbaikan yang akan digunakan atau langkah perbaikan yang akan diambil.

Apabila ditemukan bodi kendaraan yang rusak terlalu parah, dan sesuai perkiraan akan menghabiskan banyak biaya untuk memperbaiki bodi yang rusak parah tadi, mungkin perlu diambil alternatif lain, yaitu dengan memotong bodi kendaraan yang rusak, kemudian mengganti dengan bodi dari mobil lain yang tidak digunakan. Atau juga bisa dibuat dari lembaran plat yang kita buat menyerupai bentuk bodi yang rusak tersebut. Apabila langkah ini dirasa lebih murah, maka bisa saja teknik ini menjadi pilihan.

Dalam menentukan keputusan akan menggunakan metode mana, kita bisa mendasarkan pada :

- a. Membandingkan biaya yang dibutuhkan untuk memperbaiki kerusakan atau mengganti panel secara keseluruhan.
- b. Kemauan konsumen, kondisi mobil dan nilainya.

Sebagai keterangan nomor (a) diatas. Misal terjadi kerusakan yang parah pada fender. Untuk memperbaikinya diperlukan waktu seminggu dengan biaya kerja seminggu dan hasil plat bodi tentu tidak bisa sebaik aslinya, tetapi kalau diganti dengan yang baru, mungkin bisa dikerjakan hanya sehari saja. Hal ini akan lebih menguntungkan dari segi waktu (pengerjaan yang singkat), serta hasilnya pasti baik. Sedangkan pada kasus (b), kita menuruti kemauan pemilik kendaraan untuk menentukan perbaikan yang akan dilaksanakan. Apabila kendaraan masih baru atau mahal nilainya dan pemilik menginginkan hasil yang maksimal tanpa melihat besarnya ongkos perbaikan, mungkin dipilih mengganti komponen secara total. Namun bila kendaraan sudah tua, atau akan dijual, lebih hemat diperbaiki saja panel yang rusak tersebut.

Jadi apabila diperlukan penggantian bodi secara total, maka perlu dipersiapkan peralatan dan ruang yang cukup untuk memotong mobil dan menggantikannya dengan komponen lainnya.

Pertanyaan Diskusi:

1. Buatlah gambar grafik regangan dan tegangan dari logam yang ditarik, kemudian jelaskan maksud grafik tersebut!
2. Sebutkan metode-metode perbaikan bodi kendaraan yang rusak karena benturan atau kecelakaan!
3. Berilah penjelasan mengenai perbaikan bodi mobil yang dikenal dengan istilah 'ketok magic'. Apakah proses perbaikan ini menggunakan bantuan makhluk halus? Anda selaku calon teknisi diharapkan bisa menjelaskan dengan baik.

IV. Kaca Kendaraan

Pada bab ini kita akan membahas tentang kaca kendaraan, khususnya mengenai konstruksi dan perbaikan yang dilakukan pada kaca kendaraan. Kaca kendaraan merupakan komponen dari bodi yang sangat penting, karena akan memberikan kenyamanan kepada penumpang. Kita bayangkan kalau naik kendaraan tanpa jendela, atau kita bayangkan kalau ada jendela, tetapi tidak ada kacanya.

Pada dasarnya ada dua tipe atau jenis kaca pada kendaraan, yaitu:

1. Laminated safety glass, yaitu kaca yang digunakan pada kaca depan (windshield) kendaraan, dan
2. Solid tempered plate glass, yaitu kaca yang digunakan pada seluruh kaca samping dan kaca belakang dari kendaraan.

Pada laminated safety glass tersusun dari bahan kaca yang didalamnya terdapat lapisan plastik yang sangat kuat. Lapisan plastik ini terletak diantara dua lapisan kaca depan kendaraan. Apabila kaca depan terkena benturan benda lain atau terjadi tabrakan sehingga menyebabkan pecah, maka lapisan plastik diantara kaca tersebut akan mempertahankan kaca tidak berhamburan kemana-mana.

Sedangkan pada jenis kaca solid tempered plate glass, adalah kaca yang diperkeras dan seandainya pecah menjadi pecahan-pecahan kecil tidak akan berakibat fatal terhadap penumpang. Proses untuk menghasilkan kaca tempered adalah dengan memanaskan kaca hingga suhu tertentu ($\pm 650^{\circ}\text{C} - 750^{\circ}\text{C}$) dan kemudian didinginkan secara tiba-tiba dengan semprotan udara.

Kaca tempered memiliki beberapa sifat yaitu: kuat terhadap benturan, karena telah melalui proses tempering maka kaca lebih kuat dari pada kaca biasa, mampu menahan benturan ± 1.500 kg dan tahan terhadap perubahan suhu udara, perubahan suhu sampai $\pm 200^{\circ}\text{C}$ serta kaca tempered tidak bisa dipotong. Adapun untuk penggunaannya di mobil, kaca laminated hanya digunakan untuk kaca depan. Karena bila kaca sekeliling mobil Anda memakai kaca laminated, tidak baik bagi keselamatan sewaktu-waktu mobil terbalik dan atau terbakar, penumpang tidak bisa keluar dari mobil.

1. Peralatan perawatan dan perbaikan kaca

Kaca depan yang permukaannya kotor karena debu, kadang kurang diperhatikan, dan akan mengkristal. Selain itu sisa gas buang dari knalpot atau hasil polusi lain yang mengandung minyak, turut melekat di kaca. Berbagai kandungan ini mempercepat proses kaca menjadi buram. Terpaan air hujan pada permukaan kaca tak langsung jatuh, sebab kotoran yang melekat telah membentuk lapisan lunak dan telah bersenyawa dengan lapisan kaca. Air tak mudah tersapu dan melekat di kaca. Apalagi kalau malam hari, cahaya lampu dari depan jadi berpendar sangat membahayakan. Oleh karena itu perlu dilakukan perawatan sebagai berikut:

1. Langkah pertama periksa kondisi karet penghapus kaca dari kemungkinan getas dan retak.
2. Menyiapkan air cadangan dan lap khusus agar bisa membersihkan kaca belakang untuk mobil yang tidak punya penghapus khusus. Sebelum memulai penggosokan, kaca dibersihkan dengan air dan lap hingga benar-benar bebas dari debu. Lalu mulailah menggosok dengan cara memutar dan tidak statis satu arah.
3. Jangan membersihkan kaca (dengan atau tanpa shampo atau sabun) langsung di bawah sinar matahari. Bebeapa shampo yang mengandung zat kimia ini akan cepat menyerap di bawah pancaran sinar matahari, dan masuk ke dalam pori kaca.
4. Lakukan pemolesan dengan alat khusus (cairan pembersih) untuk kaca yang tergores akibat kristal debu atau gesekan karet wiper.
5. Setiap menambah air di tabung wiper, campurkan cairan shampo khusus kaca dan usahakan air dan shampo dalam tabung diganti tiap bulan

Ada beberapa tipe kerusakan kaca depan kendaraan, yaitu:

Bentuk Kerusakan Keterangan Bentuk Kerusakan Keterangan

Kerusakan

Kerusakan akibat adanya yang palingtekanan pada umum terjadi area tertentu disebabkan oleh kerikil. Kerusakan Kerusakan akibat yang melebar hantaman sudut membentuk kerikil yang garis tajam Kerusakan dari Kerusakan beberapa sebab karena tekanan pada sisi kaca Kerusakan karena udara terjebak saat perbaikan.

Untuk memperbaiki kaca depan yang mengalami kerusakan, kita harus menggunakan perlengkapan khusus. Mengingat kaca merupakan bahan yang mudah pecah, maka jangan memperbaiki kaca tanpa menggunakan peralatan yang sesuai. Berikut ini merupakan satu set peralatan perbaikan kaca.

Langkah untuk melaksanakan perbaikan kaca adalah sebagai berikut:

1. Lakukan pengeboran pada retakan (dengan diameter kurang dari 5 cm) terlebih dahulu.
2. Lakukan penyuntikan dengan resin encer.
3. Setelah resin masuk ke rongga kaca yang telah dibor, keringkan dengan menggunakan ultraviolet.
4. Selanjutnya, retakkan kembali disuntik dengan resin yang lebih kental agar rongga retakkan makin padat terisi resin.
5. Lakukan pengeringan kembali dengan ultraviolet.

6. Setelah kering, permukaan sekitar kaca yang retak diolesi Cerium (bahan poles kaca). Lakukan pemolesan dengan menggunakan sender kecil.
7. Setelah rata, kaca dibersihkan.

2. Adhesive (perekat)

Adhesive adalah lem perekat yang dapat berbentuk cair ataupun pasta. Setelah menjadi kering, adhesive ini akan berubah mengeras menjadi seperti material karet. Penggunaan adhesive pada kendaraan sangat banyak, pada sambungan rivet, kaca kendaraan ataupun baut dan mur yang jarang dibongkar pasang maka baut dan mur diberi adhesive. Untuk beberapa bagian tertentu, proses menggunakan adhesive akan lebih cepat dan dapat menurunkan biaya produksi. Selain itu dengan menggunakan adhesive maka komponen akan terlindung dari kebocoran air yang akan masuk ke dalam kendaraan yang dapat menyebabkan korosi.

Gambar di bawah merupakan alat untuk mengaplikasikan sealent ke bodi otomotif khususnya yang bersifat pasta. Ada beberapa jenis sealent ini, dari yang menggunakan aplikasi suhu yang rendah sampai pada suhu yang tinggi.

Bentuk dari sealent yang dipanaskan sesuai dengan ujung dari sealent gun. Berikut ini beberapa contoh ujung sealant.

3. Windshield

Windshield (Kaca Depan Kendaraan) terbuat dari kaca yang aman dan terdiri dari dua lapisan yang didalamnya terdapat lapisan plastik yang sangat kuat atau sering disebut dengan laminated safety glass. Windshield terpasang pada bodi kendaraan depan menerima beban yang disebabkan oleh angin sebagai akibat dari aerodinamika kendaraan.

Semakin cepat laju kendaraan, maka beban yang diterima windshield juga semakin besar. Untuk kendaraan yang telah dirancang untuk kecepatan tinggi, desain dari kaca kendaraan dibuat landai, sehingga hambatan yang diterima kendaraan secara keseluruhan juga dapat dikurangi, sebagai konsekuensi volume ruang dalam kendaraan juga berkurang.

Ada beberapa komponen yang terdapat pada kaca depan, yaitu windshield glass, molding, spacer, retainers, baut-baut dan ada juga yang dilengkapi dengan weatherstrip.

Pelepasan:

- a) Pada saat melepas kaca depan perlu diketahui metode penempelan kaca depan dengan bodi kendaraan menggunakan karet atau sealant. Kalau menggunakan sealant, maka harus dipotong dengan pisau. Sedangkan kalau menggunakan karet, bisa melepas kaca dari bagian dalam.
- b) Kemudian bersihkan sisa karet kaca yang masih menempel di bodi. Dengan menggunakan alat pembersih dan pisau, bersihkan seluruh perekat pada bodi dan kaca.

Pemasangan:

- a) Pemasangan kaca depan, diawali dengan memasang karet kaca pada kaca depan, dan dengan menggunakan bantuan obeng memasukkan tambang ke rongga karet.
- b) Panjang tambang sampai ujung bagian bawah tengah kaca depan masih sisa kurang lebih 10 cm setelah sekelilingnya dipasangkan tambang.
- c) Dengan bantuan seorang dari luar, tahan kaca depan sambil menempatkan ke alur kaca pada bodi dan tekan kaca ke dalam. Titik tengah kaca depan tepat dengan titik tengah pembuka kaca depan.
- d) Kemudian pasang kaca depan dengan menarik ujung tambang dibagian tengah kaca dari bagian dalam bodi hingga karet kaca terkait ke alur kaca pada bodi kendaraan sepenuhnya.
- e) Apabila kaca telah terpasang pada tempatnya, ketuklah kaca dari luar bodi dengan palu karet agar kaca masuk kedalam tempatnya sekitar 50-70 mm menjauhi karet kaca.
- f) Setelah itu membersihkan perekat kaca yang tersisa. Setelah pemasangan, tunggulah sekitar 3 jam untuk mengetahui hasil pemasangan dari kemungkinan melengkung.

4. Kaca Belakang

Bentuk dari kaca belakang kendaraan mobil yang satu dengan lainnya memiliki berbagai perbedaan, baik dalam hal ukuran dan permukaannya. Ada yang datar, ada yang melengkung, ada yang lebar, ada yang kecil. Ada yang terdiri dari 2 bagian, tetapi ada yang hanya satu bagian seperti pada kaca depan.

Cara pemasangannya juga beraneka macam, seperti halnya dengan windshield (kaca depan). Ada yang menggunakan lem khusus, ada juga yang menggunakan karet. Begitu juga cara melepas dan memasang kaca belakang juga hampir sama dengan cara yang dilakukan pada windshield.

Hanya saja, untuk beberapa kendaraan tertentu, ketika melepas atau memasang kaca belakang tidak bisa dikerjakan pada sisi bagian dalam kendaraan, karena konstruksi bodi misalnya. Oleh karena itu diperlukan alat bantu untuk memegang kaca dari bagian luar, yaitu dengan vacuum cup. Selain itu pada saat melepas dan memasang kaca belakang, beberapa kendaraan dilengkapi dengan defogger (elemen pemanas untuk menghilangkan kabut kaca belakang yang akan mengganggu pandangan pengemudi terhadap benda/ kendaraan dibelakangnya). Komponen ini dipasang menempel pada kaca yang dihubungkan dengan kabel di bagian tepi dari kaca belakang kendaraan. Jadi sebelum kaca dilepas, kabel ini terlebih dahulu harus dilepaskan, 388karena kabel disembunyikan dalam trim kendaraan. Ketika akan melepas kaca belakang yang memiliki defogger, Anda harus yakin bahwa komponen ini tidak aktif yang akan membahayakan jika dipegang dengan tangan.

5. Kaca Samping

Kaca samping kendaraan memiliki beberapa jenis, ada yang bisa dibuka, namun ada juga yang bersifat tetap, atau terpasang tetap. Kaca samping yang terdapat pada bagian pintu biasanya dapat dibuka. Sedangkan kaca yang terpasang pada bodi kendaraan yang lain, bisa dipasang tetap, atau juga ada yang bisa dibuka.

Kaca kendaraan yang bersifat tetap misalnya pada quarter window, yaitu kaca diatas quarter panel. Konstruksi pada bagian ini adalah, kaca, pembatas serta sekrup.

Sedangkan kaca yang dapat bergerak misalnya pada pintu kendaraan. Berikut ini konstruksi dari kaca kendaraan pada bagian pintu depan.

Tugas dan pertanyaan:

1. Kunjungilah bengkel variasi kendaraan, dan lakukan pengamatan tentang pemasangan kaca film pada kaca kendaraan! Buatlah laporan dari kunjungan Anda!
2. Sebutkan jenis-jenis kerusakan kaca depan kendaraan!
3. Apa yang terjadi apabila semua kaca kendaraan dibuat dari bahan laminated glass? Amankah terhadap penumpang?

Komponen Body Kendaraan

Sejalan dengan perkem-bangan dan kemajuan teknologi otomotif, jumlah dari komponen bodi kendaraan juga semakin banyak, yang dibuat dengan teknologi yang bervariasi dan komponen dengan bahan tersebut yang juga semakin maju. Walaupun perkembangan bahan dari bodi kendaraan sudah maju dengan bahan fiberglass atau plastik, namun saat ini bodi kendaraan masih didominasi oleh komponen berasal dari plat besi dengan ketebalan 0,6 sampai 0,9 mm. Perkembangan bodi melalui teknologi komponen bodi dengan bahan plastik dan fiber belum bisa sepopuler plat, namun demikian beberapa komponen bodi yang memiliki komponen utama plat, kadang juga memiliki komponen plastik, fiber bahkan serat karbon.

1. Konstruksi Luar

Bagian ini merupakan tempat menempelnya berbagai macam panel dan dapat diumpamakan sebagai kulit dalam tubuh kita. Bagian ini terdiri dari beberapa panel-panel yang disatukan dengan beberapa jenis sambungan dan dapat terlihat secara langsung dari luar, misalnya bumper, engine hood (tutup mesin), pintu-pintu, sunroof (lubang di atap kendaraan agar sinar matahari/udara bisa masuk), roof head lining (atap bagian dalam), fender (bodi samping di dekat roda depan), kaca, boot lid/ deck lid (tutup bagasi belakang), lampu-lampu, radiator grill, dan lain sebagainya.

2. Konstruksi Dalam

Bagian ini terdiri dari komponen-komponen yang ada didalam bodi kendaraan, penguat-penguat dan panel-panel yang digunakan untuk menguatkan bodi kendaraan.

3. Lantai (Under Body)

Lantai biasanya terdiri dari beberapa komponen kecil yang dilas secara bersama-sama menjadi satu unit lantai. Semua panel-panel lantai memiliki penguat pada bagian bawah. Bentuk dari lantai tidaklah rata, disesuaikan dengan tujuan, diantaranya, untuk tempat roda, sebagai ruang komponen kendaraan, tempat kaki penumpang, tempat dudukan komponen bodi yang lain, aspek aerodinamis, aspek estetika, aspek ergonomi dan lain sebagainya. Pada tipe komposit biasanya rata dan terpisah dengan chassis, sedangkan pada tipe integral (menyatu dengan chassis) biasanya tidak rata.

4. Engine hood (penutup mesin/ kap mesin)

Engine hood merupakan bagian bodi kendaraan yang menutupi komponen mesin. Kendaraan yang menggunakan engine hood biasanya berjenis sedan (misalnya Toyota Camry, Suzuki Swift, Honda Civic, Mitsubishi Lancer dan lain-lain) dan beberapa kendaraan penumpang (misalnya Toyota Kijang, Suzuki APV, Daihatsu Taruna, Mitsubishi Kuda dan lainnya). Engine hood ini dipasang ke bodi utama menggunakan engsel (hinge). Berdasarkan letak engselnya, engine hood dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu:

- a) Rear hinged (Front Opening Type) yaitu tutup mesin dengan engsel dibelakang, engine hood dibuka pada bagian depan. Jenis ini yang paling banyak digunakan pada kendaraan-kendaraan sekarang.
- b) Front Hinged (Rear Opening Type) yaitu tutup mesin dengan engsel didepan, engine hood dibuka pada bagian belakang (sudah jarang digunakan)

Ketika engine hood ditutup, maka akan terkunci. Untuk membuka kunci dilakukan oleh pengemudi dengan menarik tuas yang ada di ruang kemudi. Sistem pengunci engine hood tadi dihubungkan dengan kawat kabel yang dapat dioperasikan dari kursi pengemudi. Setelah pengunci ditarik, kemudian engine hood bisa dibuka dengan menarik handel yang ada di bawah engine hood tadi.

Konstruksi dari engine hood terdiri dari lembaran plat yang didukung dengan rangka penguat. Pada jenis kendaraan tertentu, engine hood ada yang memiliki saluran washer niple (alat untuk menyembrotkan air pada kaca depan kendaraan bila menghidupkan wiper/ penghapus kaca depan) ataupun lubang-lubang udara (biasanya untuk menambah suplai udara untuk sistem pembakaran).

Penyetelan engine hood dapat dilakukan dengan menggeser posisi engsel. Perlu diperhatikan pada saat penyetelan adalah sikap hati-hati, jangan sampai merusak cat kendaraan dan penyetelan celah yang sama terhadap fender samping kiri-kanan dan cowl (bagian belakang), serta penyetelan pengunci engine hood.

Demi keamanan pada saat melaksanakan perbaikan, sebaiknya digunakan karpet fender (fender cover) untuk melindungi cat dari goresan. Apabila oli, grease atau yang sejenisnya menempel, segera hapus dengan menggunakan kain yang lunak.

Cara melaksanakan pembongkaran komponen, perlu perhatian mengenai saluran washer pada engine hood, moulding pada engine hood, Biasanya hood moulding diikat dengan clip atau baut. Bila perlu bisa menggunakan pengungkit atau obeng (-) yang dilapisi dengan kain agar tidak merusak cat. Cara melepas engine hood dari kabin dengan melepas engsel (hinge) bagian kanan terlebih dahulu sementara engsel kiri masih terpasang pada bagian bodi.

Sebagai catatan, untuk menjaga engine hood dan cowl top panel agar jangan sampai rusak dan sebagai tindakan pengamanan sebelum pekerjaan dilakukan, diperlukan 2 orang untuk melaksanakan pekerjaan pelepasan engine hood ini.

Sedangkan untuk pemasangan engine hood, perlu memperhatikan jalur kabel yang dilengkapi pengunci pada engine hood, serta menjepit kabel dengan klip pada bodi kendaraan agar terlihat rapi dan bisa berfungsi secara maksimal.

Saat melakukan penyetelan engine hood dapat dilakukan dengan 350 memperhatikan bekas cat pada setiap engsel sebagai panduan pemasangan sebelumnya. Seperti biasanya, pemasangan dilaksanakan dengan arah kebalikan dari pembongkaran. Penyetelan depan-belakang dan arah kiri-kanan, dengan cara mengendorkan mur-mur penyetel engine hood. Sedangkan penyetelan ujung belakang dalam arah ke atasbawah, dengan cara penyetelan baut-baut penyetel pada bagian bodi.

Penyetelan ujung depan (front end) dengan arah atas-bawah dengan merubah posisi penyangga hood yang dapat diatur. Setelah engine hood terpasang pada tempatnya, kemudian kita baru bisa menyetel pengunci engine hood agar bisa tepat pada posisinya.

Pada saat menutup engine hood, terdapat dua tingkat penutupan. Klik yang pertama, engine hood belum terkunci, sehingga masih bisa dibuka dari luar kendaraan (tidak perlu menarik pengunci dari ruang kemudi). Sedangkan klik yang kedua, menandakan engine hood sudah terkunci dan kalau mau membuka harus menarik tuas yang ada di ruang kemudi. Pada saat melakukan pemasangan, perlu dicermati ketepatan pemasangan yaitu dengan melihat celah antara engine hood dengan fender maupun dengan cowl.

5. Fender Fender atau Wing

Adalah komponen kendaraan yang menutupi roda-roda. Dari konsep inilah, berarti kendaraan pada umumnya memiliki 4 buah fender pada masing-masing roda. Namun demikian ada beberapa mobil yang fender belakang tidak bisa dilepas, sehingga seolah-olah fender hanya bagian depan saja. Fender melindungi konstruksi suspensi dan melindungi dari kotoran dan lumpur.

Fender depan kendaraan biasanya terpasang pada konstruksi utama dari bodi menggunakan baut sehingga dapat dilepas. Untuk menambah kekuatan dan menghindari getaran yang terjadi, biasanya dudukan baut dibuat mati dengan bodi utama. Fender ini dapat dilakukan penyetelan kedepan atau kebelakang dengan mengatur lubang posisi baut. Penyetelan tidak bisa dilakukan terhadap fender yang sudah dipasang permanen dengan menggunakan las. Pada sebagian kendaraan, fender depan biasanya dilengkapi lampu samping atau sein, trim, hiasan atau chrom, sekaligus sebagai pemanis.

Sedangkan konstruksi fender bagian belakang agak berbeda susunannya. Memang ada beberapa kendaraan yang memiliki fender belakang dapat dilepas, akan tetapi

kebanyakan fender belakang menyatu dengan bodi bagian dalam dengan sistem pengelasan, sehingga tidak dapat dilepas atau dilakukan penyetelan. Pengelasan dengan bodi bagian bawah sengaja dilakukan secara penuh, sehingga dapat mencegah kotoran yang masuk keatas diantara konstruksi luar dan bodi utama.

Apabila akan melakukan perbaikan bodi kendaraan, dengan melepas fender, maka semua komponen kelistrikan seperti lampu malam atau lampu sein harus dilepas dahulu. Jika baut-baut pengunci dari fender tertutup oleh komponen yang lain seperti bumper, front grill, mirror (kaca spion) atau komponen yang lain, maka komponen tersebut dilepas terlebih dahulu. Sedangkan untuk perbaikan cat, maka skirt moulding atau dam skirt serta komponen lainnya sebaiknya juga dilepas.

Apabila perbaikan sudah terhadap fender sudah selesai, saat memasang fender dengan memasang baut-baut pada pojok terlebih dahulu dengan tidak mengencangkan dahulu. Setelah itu memeriksa clearance (celah) fender dengan pintu dan engine hood. Setelah celahnya semua sama, baru mengeraskan baut dan melengkapi baut-baut pengikatnya yang lain. Setelah terpasang, merakit kembali komponen yang dilepas saat pembongkaran, seperti komponen kelistrikan, bumper, front grill, mirror (kaca spion) atau komponen yang lain.

6. Cowl dan Dash Panel

Cowl merupakan bagian bodi kendaraan yang berada dibelakang engine hood. Bagian ini berfungsi sebagai pemisah antara ruang mesin dan ruang penumpang yang terdiri dari gabungan panel-panel kecil. Cowl bagian atas dan bagian samping biasanya disambung menggunakan las menjadi satu kesatuan. Ada beberapa kendaraan yang menerapkan kerangka kaca pada bagian cowl ini. Kadang engsel pintupun dapat diletakkan pada cowl.

7. Atap kendaraan (roof panel)

Atap kendaraan merupakan bagian bodi yang paling lebar dibanding bagian lain, dan memiliki konstruksi yang paling sederhana. Biasanya atap menggunakan bahan lembaran plat besi yang dilakukan pengerasan pada bagian tertentu dengan membuat alur, agar kuat apabila menerima beban dari atas.

Konstruksi dari atap kendaraan memiliki penguat dari plat tipis menyilang secara beraturan yang berada didalam roof.

Penguat ini biasanya disatukan dengan las dan merupakan bagian untuk memegang kawat untuk pemasangan roof head lining.

8. Bodi Belakang (Quarter Panel)

Komponen ini biasanya menyatu dengan sayap belakang, dan memiliki konstruksi luar dan dalam. Konstruksi luar menekuk dan disatukan dengan konstruksi dalam dengan las dan baut. Pada bagian ini berhubungan dengan konstruksi pintu bagian belakang dan konstruksi kursi belakang.

9. Pillar Tengah

Pilar tengah merupakan penopang bagian tengah dan samping dari atap. Oleh karena itu, konstruksi ini haruslah kuat. Pada pillar tengah ini juga berfungsi sebagai dudukan

engsel pintu belakang dan dudukan pengunci pintu depan. Beberapa pabrik membuat pillar lebar dan tampak dari luar, akan tetapi kadang juga dibuat tidak tampak dari luar. Konstruksi pillar tengah biasanya tidak beraturan (dibuat profil tekukan tertentu), yang menyebabkan konstruksi ini kuat dan kokoh, serta dibuat menyesuaikan bentuk dari pintu saat terbuka.

Gambar : Konstruksi Pillar Tengah

10. Pintu Kendaraan (door)

Pintu kendaraan memiliki berbagai macam tipe atau bentuk. Namun pada dasarnya, pintu dibuat dari dua panel utama, panel luar dan panel dalam, terbuat dari plat baja. Pintu kendaraan memiliki kekuatan yang berasal dari panel dalam yang memiliki profil tekukan dan lekukan (dengan jalan dipress) sehingga ketika tepinya disatukan dengan panel luar dan menjadi satu kesatuan, maka konstruksi ini akan menjadi kuat.

Pada profil pintu bagian dalam, terdapat lubang, celah dan sebagainya, yang digunakan untuk pemasangan trim, pemasangan regulator kaca dan pengunci dalam dan handel dalam. Bagian atas dari pintu terdapat bidang luasan yang ditutup dengan kaca, yang telah disiapkan dengan alurnya serta karet perapatnya, sehingga saat ditutup maka akan melindungi dari air hujan, debu dan kotoran.

Pada perbaikan bodi kendaraan, apabila melakukan pekerjaan melepas pintu, terlebih dahulu harus melepaskan komponen yang ada didalam pintu seperti hubungan lampu kelistrikan, audio dan lainnya. Untuk membantu menyangga pintu bagian bawah bisa menggunakan kayu. Untuk mempermudah dalam pemasangan pintu kembali, bisa memberi tanda pada engsel dan rumahnya, baru melepas baut-baut engsel pintu, kemudian pintu dapat dilepas.

Setelah selesai melakukan perbaikan pintu dapat dipasang dengan urutan memasang dulu sementara baut-baut pengikat pintu dan engsel pilar samping, baru setelah pintu di stel, baut dikeraskan sempurna. Penyetelan seluruh pintu dalam arah depan-belakang dan arah atas-bawah. Penyetelan lock striker dapat dilakukan dengan arah kirikan dan atas-bawah. Apabila lock striker kurang maju bisa ditambah dengan shim dengan ketebalan tertentu. Selain itu, dalam menyetel pintu kita bisa memperhatikan tanda yang telah kita buat sebelumnya, atau juga bisa berpedoman pada bekas cat sebelum pintu dilepaskan. Langkah terakhir adalah memberi grease (gemuk) pada engsel.

Kaca Pintu dan Regulator

Kaca pintu kendaraan terbuat dari safety glass sehingga apabila melepas/memasang kaca ini harus hati-hati. Urutan pekerjaannya adalah melepas door trim dan kelengkapannya misal arm rest, inside door handle, door regulator handle dan lainnya. Untuk melepas kaca, kaca diturunkan dan melepas baut penguncinya. Kemudian kaca dipegang, menarik regulator arm roller dari glass roller guide. Kemudian menarik kaca perlahan-lahan ke atas dan memegang pada bagian ujung belakang. Sesudah melepaskan regulator sub roller guide, kemudian melepas regulator.

Sedangkan langkah memasang kaca terlebih dahulu memberi grease (gemuk) pada bagian yang berputar dan bergeser seperti pada regulator pinion, driver gear, roller, glass holder dan roller guide. Untuk memasang bagian-bagian tertentu seperti weatherstrip dan door trim bisa menggunakan lem adhesive secukupnya.

Handel pintu dan Pengunci (door handle and door lock)

Apabila kita mau keluar atau masuk kendaraan, dengan mudah kita tinggal menarik handel pintu. Handel pintu terdiri dari 2 macam, yaitu handel luar dan handel dalam, semuanya dioperasikan secara manual. Pada mekanisme pengunci, bagian luar menggunakan anak kunci, sedangkan bagian dalam kita tinggal menekan pengunci menggunakan tangan langsung tanpa anak kunci. Pada umumnya setiap pintu terdiri handel luar dan dalam, serta pengunci luar dan dalam. Namun saat ini, sudah banyak kendaraan yang mengaplikasikan central lock, artinya kita bisa mengunci semua pintu mobil (termasuk bagasi jika ada) dari satu tempat saja di ruang kemudi. Ada pula yang menggunakan remote control untuk mengunci dan membuka pintu kendaraan, biasanya juga pada kendaraan yang telah menerapkan central lock.

Berikut ini merupakan contoh langkah membongkar (pada pintu standar), yaitu dengan urutan membuka door trim dan kelengkapan lainnya, kemudian melepas batang pengunci pintu dalam (door inside lock rod). Melepas handle dengan jalan melepas baut/mur dari arah dalam. Langkah selanjutnya melepas batang-batang pengunci baik luar maupun dalam, kemudian melepas unit pengunci (lock assy). Jangan lupa melakukan pemeriksaan mekanisme pengunci (lock mechanism) dari keausan dan kerusakan, dan memastikan dapat berfungsi dengan normal.

Sedangkan urutan langkah pemasangan terlebih dahulu memberikan grease pada unit pengunci. Setelah itu memeriksa tiap batang penghubung baik handel maupun pengunci sudah tepat dan kerja sistem pengunci lancar dan baik. Dianjurkan pula untuk menyetel jarak bebas (play) dari handel pintu dalam sesuai dengan ukuran standar dengan memutar mur penyetel (mounting screw), sekitar 4-8 mm, serta handel pintu luar sekitar 0-5 mm.

11. Deck lid (tutup bagasi)

Deck lid merupakan bodi kendaraan (sebagian besar sedan) pada bagian belakang sebagai tempat barang (bagasi). Komponen ini juga terdiri dari 2 panel utama, yaitu panel luar dan dalam yang disatukan menjadi satu dengan las atau sealant. Bagian luar memiliki bentuk yang sederhana, namun pada bagian dalam terdiri dari rangka penguat. Untuk membuka deck lid kadang disediakan handel dari luar atau dapat dibuka dari ruang kemudi menggunakan kabel.

Proses melepas deck lid jika akan melakukan perbaikan bodi kendaraan adalah melepaskan berbagai komponen yang ada di deck lid misalnya antena, kelistrikan dan lainnya. Kemudian membuka lid hinge attaching bolt, lalu lepaskan torsion bar dari sisi lid hinge. Setelah itu melepas konstruksi pengunci dan kabelnya. Apabila diperlukan untuk pengecatan, maka weatherstrip sebaiknya juga dilepas dan sisa-sisa lem dibersihkan dari bodi. Perlu diperhatikan saat pemasangan komponen pada mobil dengan lid antenna type radio, lid digunakan sebagai antenna, sebab itu lid dan bodi harus terisolasi (namun jenis ini sudah jarang digunakan). Termasuk torsion bar pada dudukannya.

Setelah itu jangan lupa memberikan grease secukupnya pada permukaan yang bergerak misalnya pada pengunci. Pastikan komponen terpasang dengan tepat. Untuk pemasangan weatherstrip gunakan lem kering (tahan panas).

Perlu diperhatikan juga saat melakukan penyetelan, kita harus melihat celah deck lid dengan bodi belakang, harus memiliki lebar yang sama, dengan jalan menyetel pada baut engsel. Sedangkan untuk arah atas dan bawah, kita dapat menambah shim.

12. Bumper

Bumper dibedakan jenisnya menjadi 2, yaitu bumper depan dan bumper belakang. Fungsi dari bumper adalah sebagai pengaman pertama terhadap bodi dan penumpangnya jika terjadi tabrakan atau benturan. Pada dasarnya komponen bumper depan dan belakang sama, yaitu bumper sub, bumper arm, bumper side extension sub (bumper samping) dan bumper filler.

Saat akan melepas dari bumper, terlebih dahulu melepas komponen yang menempel pada bumper seperti lampu-lampu, ataupun sambungan bumper samping jika ada. Sedangkan saat melakukan penyetelan dilakukan dengan arah kiri-kanan, atas-bawah dan depanbelakang, dengan cara melonggarkan baut-baut atau mur-mur pengikatnya.

13. Kaca kendaraan (automotive glass)

Kaca kendaraan mobil merupakan komponen yang sangat penting bagi kendaraan, yang terdiri dari kaca depan, kaca belakang dan kaca samping. Ketebalan kaca pada kendaraan minimal 5 mm, terutama kaca depan selain harus memiliki ketebalan 5 mm, kaca depan terdiri dari konstruksi lapisan plastik diantara kaca bagian depan dan kaca bagian dalam. Hal ini karena harus mampu menahan tekanan udara ketika sedang berjalan maupun sebagai perangkat keselamatan ketika menerima benda asing (kerikil) yang mengenai kaca.

Kaca kendaraan harus memiliki beberapa sifat:

.. kaca harus jernih • tidak membiaskan cahaya yang datang • tahan terhadap tekanan udara yang kuat • apabila terjadi kecelakaan tidak membahayakan penumpang • tahan terhadap temperatur yang ekstrim. Apabila mengganti kaca kendaraan yang pecah, maka harus dilakukan dengan metode perbaikan yang benar agar kaca tidak pecah.

Karena kaca merupakan komponen yang mudah pecah, bila pemasangannya tidak tepat, pada saat kendaraan mendapat goncangan, dan tekanan yang besar ketika sedang berjalan, maka kaca bisa jatuh dan pecah.

Kaca depan dipasang dengan menggunakan perekat khusus atau karet. Setiap perekat mempunyai waktu pengeringan yang berbeda-beda dan harus ditangani dengan cara yang tertentu pula. Sedangkan jika menggunakan karet akan relatif lebih aman.

14. Plafon Kendaraan (Roof Head Lining)

Komponen bodi ini terletak di dalam bodi kendaraan bagian atas. Pada awalnya, plafon kendaraan merupakan bidang yang rata, namun sekarang sudah bergeser dari permukaan yang rata menjadi permukaan yang bervariasi sebagai tempat komponen lain, seperti untuk lampu kabin, lampu baca, penempatan lubang-lubang ventilasi dan AC (air conditioner), audio dan komponen lain. Selain itu, dahulu plafond terbuat dari kain, bergeser dengan kain vinil sampai sekarang banyak kendaraan yang menggunakan bahan polyurethana. Peralatan yang digunakan untuk pembongkaran dan pemasangan adalah gunting, cutter dan lem adhesive.

Proses melepas plafon kendaraan adalah melepas komponen kendaraan yang menutupi proses melepas plafon, seperti kaca depan (windshield glass), penahan cahaya/tabir surya (sun visor), kaca spion dalam, saluran AC, lampu-lampu dan komponen lainnya. Setelah itu plafon dilepas dari bodi kendaraan, dan melepaskan rangkanya (support). Setelah itu melepaskan adhesive tape (lem) pada bagian bodi. Saat melaksanakan pemasangan terlebih dahulu memasang kerangka penguat (support) melalui plafon dan menyisipkan retainer ke setiap ujung support. Kita harus menggunakan lem pada bodi kendaraan dan bagian pilar bodi kendaraan, juga pada ujung plafon.

Posisikan retainer padaudukannya, dengan posisi support melengkung keatas. Serta memposisikan head lining dalam arah kanankiri, dari depan secara teratur dan rata, luruskan dengan bodi kendaraan.

Untuk kesempunaan pekerjaan, pastikan bahwa plafon telah lurus satu sama lain dan tidak ada yang melipat atau kendor, dan potonglah ujung lining yang tidak berguna dan memasang kembali komponen yang dilepas.

15. Tempat Duduk (seats)

Perkembangan teknologi tempat duduk mengalami perkembangan yang sangat pesat. Dari tempat duduk statis, sampai pada teknologi tempat duduk yang bisa diatur ketinggiannya, sandaran, bahkan dipindah atau dilipat untuk keperluan tertentu, sehingga bisa menyesuaikan kemauan penumpang. Dahulu hanya kursi pengemudi yang diberi fasilitas pengaturan, sekarang sudah hampir semua penumpang memiliki fasilitas yang sama. Posisi tempat duduk dapat distel agar sesuai dengan ergonomi pengemudi/ penumpang sehingga menimbulkan kenyamanan, keamanan dan mengurangi rasa kelelahan.

Pengaturan tempat duduk bisa dilakukan secara manual dengan menekan/ menarik kunci pembebas, dan dapat juga digerakkan secara elektrik, yaitu dengan menggunakan motor listrik. Tempat duduk kendaraan juga dilengkapi dengan sandaran kepala (head restrains) yang dapat diatur ketinggiannya. Sandaran kepala ini berguna untuk melindungi leher dari benturan yang diakibatkan tabrakan dari belakang kendaraan.

Tempat duduk yang dilengkapi dengan reclining back, bertujuan untuk menidurkan kursi kebelakang dengan sudut sekitar 30°, dan dioperasikan dengan mengangkat tuas pengunci dan menekan sandaran tempat duduk ke belakang. Cara membebaskannya dengan cara menarik tuas kembali dan pegas pengembali akan membawa sandaran kursi kembali.

Lumbar support Mecanism

Merupakan komponen pengatur tekanan pada sandaran dan dapat dikontrol pada tiga tingkat oleh tuas pengatur yang terdapat pada samping tempat duduk bagian dalam. Dengan alat ini maka pengemudi/ penumpang akan merasa lebih nyaman dalam mengendarai kendaraan sehingga tidak mudah cepat lelah.

Urutan pekerjaan melepas kursi dilakukan dengan melepaskan baut-baut pengikat dengan menggeser tempat duduk kedepan dan ke belakang sampai habis. Kemudian lepaskan tempat duduk sebagai satu kesatuan. Untuk perbaikan semua sistem perlu dilakukan melepas baut-baut pengikat, sehingga bagian yang bergerak akan pisah dengan bagian yang tetap (kaki yang menempel pada bodi). Pemeriksaan track (peluncur) tempat duduk dengan jalan meluncurkan tempat duduk kedepanbelakang, jika berat berilah lapisan grease pada track. Sedangkan untuk pemasangan tempat duduk kendaraan dilakukan dengan cara kebalikan dari pelepasan.

16. Dashboard Kendaraan

Bagian bodi dari bodi kendaraan ini, selalu berada didepan pengemudi. Hal ini dikarenakan bagian ini terdiri dari instrumen-instrumen panel, yang digunakan oleh pengemudi untuk memantau semua kondisi pengemudian (seperti kondisi mesin, sistem rem, sistem pengisian, kondisi tekanan ban), fasilitas kenyamanan (seperti AC, radio/tape, sirkulasi udara) serta tanda-tanda isyarat (seperti sein, lampu-lampu). yaitu terdapat komponen-komponen seperti gambar dibawah .

Sebelum membongkar dashboard maka hubungan terminal negatif (-) baterai. Biasanya komponen chooke control dan tuas pembuka engine hood, yang harus dilepas terlebih dahulu. Jika roda kemudi dan komponen lain ada yang mengganggu dalam melepas dashboard, maka sebaiknya dilepas dahulu. Setelah itu melepas komponen-komponen seperti kabel pengontrol alat pemanas (heater control cable), melepas laci tempat barang, melepas wiring (kabel) instrumen meliputi sekering, radio, kabel speedometer, slang-slang udara dan komponen yang mengganggu, melepas instrumen panel lainnya.

Sedangkan langkah pemasangannya dengan cara kebalikan dari pelepasan. Perlu diperhatikan juga hubungan setiap konektor (sambungan) dan kabel dengan baik dan aman begitu pula setiap klem dipasang dengan baik. Setelah semuanya terpasang, pastikan semua petunjuk instrumen (alat petunjuk) bekerja dengan normal.

17. Grill Dan Moulding

Grill adalah komponen kendaraan yang terletak di bagian depan kendaraan berfungsi sebagai pengarah udara untuk pendinginan mesin, penyaring partikel yang besar agar tidak menutup radiator pendingin, serta sebagai penghias bodi kendaraan. Pelepasan dan pemasangan menggunakan baut pengikat atau soket plastik.

Sedangkan moulding adalah komponen pemanis kendaraan yang ditempelkan pada bodi bagian luar. Perlu diperhatikan saat melepas dan memasang, agar moulding selalu dijaga agar tidak rusak, bengkok atau patah. Saat melakukan perbaikan, gunakan peralatan khusus, agar tidak merusak komponen serta bodi kendaraan. Pemasangan moulding juga bisa menggunakan air sabun untuk mempermudah mengatur kelurusannya.

Diskusikan dengan teman Anda:

1. Sebutkan komponen bodi otomotif yang termasuk dalam eksterior!
2. Sebutkan komponen bodi otomotif yang termasuk dalam interior!

V. Fiberglass

Bahan non logam banyak digunakan sebagai bagian dari bodi kendaraan. Salah satu bahan non logam tersebut yaitu fiberglass. Fiberglass merupakan bahan paduan atau campuran beberapa bahan kimia (bahan komposit) yang bereaksi dan mengeras dalam waktu tertentu. Bahan ini mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan bahan logam, diantaranya : lebih ringan, lebih mudah dibentuk, dan lebih murah.

Fiberglass atau serat kaca telah dikenal orang sejak lama, dan bahkan peralatan-peralatan yang terbuat dari kaca mulai dibuat sejak awal abad ke 18. Mulai akhir tahun 1930-an, fiberglass dikembangkan melalui proses filament berkelanjutan (continuous filament proses) sehingga mempunyai sifat-sifat yang memenuhi syarat untuk bahan industri, seperti kekuatannya tinggi, elastis, dan tahan terhadap temperatur tinggi.

Membayangkan peralatan yang terbuat dari kaca (glass), kebanyakan orang akan beranggapan bahwa peralatan tersebut pasti akan mudah pecah. Akan tetapi melalui proses penekanan, cairan atau bubuk kaca diubah menjadi bentuk serat. Proses tersebut akan membentuk awalnya bahan mudah pecah (brittle materials) menjadi bahan yang mempunyai kekuatan yang tinggi (strong materials). Manakala kaca (glass) diubah dari bentuk cair atau bubuk menjadi bentuk serat (fiber), kekuatannya akan meningkat secara tajam. Kekuatan tarik maksimal dari satu serat kaca dengan diameter 9 – 15 micro-meter mencapai 3.447.000 kN/m². Oleh karena itu fiberglass merupakan salah satu material/ bahan yang mempunyai kekuatan yang sangat tinggi.

Pemanfaatan fiberglass untuk produk otomotif sudah sangat luas, tidak hanya untuk pembuatan bodi kendaraan akan tetapi juga untuk berbagai komponen kendaraan yang lain. Penggunaan yang paling populer memang untuk membuat komponen bodi kendaraan. Selain anti karat, juga lebih tahan benturan, mudah dibentuk, bila rusak akan lebih mudah diperbaiki, dan lebih ringan. Dengan bahan fiberglass, kendaraan dimungkinkan akan lebih hemat konsumsi bahan bakarnya. Gambar berikut ini diperlihatkan salah satu pemanfaatan bahan fiberglass untuk pembuatan komponen bodi kendaraan.

Pemanfaatan fiberglass di Indonesia masih terbatas untuk pembuatan komponen bodi kendaraan minibus dan bus saja. Belum ada kendaraan jenis sedan rakitan dalam negeri yang mencantumkan spesifikasi aslinya sebagai bodi dengan bahan fiberglass, semuanya masih menggunakan pelat baja. Akan tetapi pemanfaatan fiberglass di luar negeri sudah lebih luas. Fiberglass banyak dipergunakan untuk pembuatan mobil-mobil sport dengan produksi

terbatas. Fiberglass juga banyak dipergunakan untuk pembuatan mobil-mobil kit yang dijual secara terurai dan dirakit sendiri oleh pembelinya.

Pemanfaatan fiberglass yang paling banyak dan paling luas adalah di pabrik kendaraan yang membuat kendaraan masa depan dalam rangka penelitian. Di samping fiberglass, rancangan dan konsep mobil masa depan tersebut biasanya terbuat dari aluminium atau serat karbon. Di samping mudah dibentuk mengikuti model yang rumit sekalipun, kecenderungan teknologi masa depan kelihatan akan mengarah ke penggunaan bahan komposit ini.

Untuk sektor industri komponen, pemanfaatan bahan fiberglass juga sudah cukup meluas. Produsen kendaraan besar sudah memanfaatkannya untuk membuat komponen-komponen tertentu. Daimler Benz misalnya memanfaatkan fiberglass untuk pembuatan bodi dan bagian-bagian interior. Produsen mobil Opel memanfaatkannya untuk kecil yang mampu membuatnya dari bahan fiberglass ini. Pembuatan bagian-bagian bodi yang disyaratkan super kuat, sedangkan produsen mobil Porsche banyak memanfaatkannya untuk membuat bagian-bagian interior atap geser (sliding roof), bumper, dan spoiler. Khusus untuk bumper dan spoiler, di negara kita sudah banyak bengkel

1. Bahan Pembuat Fiberglass

Bahan pembuat fiberglass pada umumnya terdiri dari 11 macam bahan, 6 macam sebagai bahan utama dan 5 macam sebagai bahan finishing, diantaranya : erosil, pigmen, resin, katalis, talk, mat, aseton, PVA, mirror, cobalt, dan dempul.

a. Erosil

Bahan ini berbentuk bubuk sangat halus seperti bedak bayi berwarna putih. Berfungsi sebagai perekat mat agar fiberglass menjadi kuat dan tidak mudah patah/pecah.

b. Resin

Bahan ini berwujud cairan kental seperti lem, berkelir hitam atau bening. Berfungsi untuk mengencerkan semua bahan yang akan dicampur. Resin mempunyai beberapa tipe dari yang keruh, berwarna hingga yang bening dengan berbagai kelebihanannya seperti kekerasan, lentur, kekuatan dan lain-lain. Selain itu harganya-pun bervariasi.

c. Katalis

Katalis berbentuk cairan jernih dengan bau menyengat. Fungsinya sebagai katalisator agar resin lebih cepat mengeras. Penambahan katalis ini cukup sedikit saja tergantung pada jenis resin yang digunakan. Selain itu umur resin juga mempengaruhi jumlah katalis yang digunakan. Artinya resin yang sudah lama dan mengental akan membutuhkan katalis lebih sedikit bila dibandingkan dengan resin baru yang masih encer. Zat kimia ini biasanya dijual bersamaan dengan resin. Perbandingannya adalah resin 1 liter dan katalisnya 1/40 liter.

d. Pigment

Pigment adalah zat pewarna saat bahan fiberglass dicampur. Pemilihan warna disesuaikan dengan selera pembuatnya. Pada umumnya pemilihan warna untuk mempermudah proses akhir saat pengecatan.

e. Mat

Bahan ini berupa anyaman mirip kain dan terdiri dari beberapa model, dari model anyaman halus sampai dengan anyaman yang kasar atau besar dan jarang-jarang. Berfungsi sebagai pelapis campuran/adonan dasar fiberglass, sehingga sewaktu unsur kimia tersebut

bersenyawa dan mengeras, mat berfungsi sebagai pengikatnya. Akibatnya fiberglass menjadi kuat dan tidak getas.

f. Talk

Sesuai dengan namanya, bahan ini berupa bubuk berwarna putih seperti sagu. Berfungsi sebagai campuran adonan fiberglass agar keras dan agak lentur.

g. Aseton

Pada umumnya cairan ini berwarna bening, fungsinya yaitu untuk mencairkan resin. Zat ini digunakan apabila resin terlalu kental yang akan mengakibatkan pembentukan fiberglass menjadi sulit dan lama keringnya.

h. Cobalt

Cairan kimia ini berwarna kebiru-biruan berfungsi sebagai bahan aktif pencampur katalis agar cepat kering, terutama apabila kualitas katalisnya kurang baik dan terlalu encer. Bahan ini dikategorikan sebagai penyempurna, sebab tidak semua bengkel menggunakannya. Hal ini tergantung pada kebutuhan pembuat dan kualitas resin yang menggunakannya. Perbandingannya adalah 1 tetes cobalt dicampur dengan 3 liter katalis. Apabila perbandingan cobalt terlalu banyak, dapat menimbulkan api.

i. PVA

Bahan ini berupa cairan kimia berkelir biru menyerupai spiritus. Berfungsi untuk melapis antara master mal/cetakan dengan bahan fibreglass. Tujuannya adalah agar kedua bahan tersebut tidak saling menempel, sehingga fiberglass hasil cetakan dapat dilepas dengan mudah dari master mal atau cetakannya.

j. Mirror

Sesuai namanya, manfaatnya hampir sama dengan PVA, yaitu menimbulkan efek licin. Bahan ini berwujud pasta dan mempunyai warna bermacam-macam. Apabila PVA dan mirror tidak tersedia, perajin/pembuat fiberglass dapat memanfaatkan cairan pembersih lantai yang dijual bebas di mall/ toserba.

k. Dempul

Setelah hasil cetakan terbentuk dan dilakukan pengamplasan, permukaan yang tidak rata dan berpori-pori perlu dilakukan pendempulan. Tujuannya agar permukaan fiberglass hasil cetakan menjadi lebih halus dan rata sehingga siap dilakukan pengecatan.

2. Peralatan Fiberglass

Di samping bahan-bahan yang disebutkan di atas, dalam pembuatan fiberglass diperlukan peralatan antara lain :

- a. Wadah, untuk tempat mencampur resin dan mencuci alat.
- b. Pengaduk untuk resin dan pengambil pigment.
- c. Kuas, untuk meratakan resin pada permukaan yang dilapisi fiberglass.
- d. Masker, untuk menghindari masuknya zat kimia berbahaya, bau menyengat, serbuk/serat halus dan lain-lain.
- e. Kain lap, untuk membersihkan kotoran/ceceran resin.
- f. Alat tambahan lain seperti gergaji, gunting, gerinda dan lain-lain mungkin dibutuhkan dalam beberapa jenis pekerjaan.

3. Pembuatan Fiberglass

Proses pembuatan fiberglass dapat diklasifikasikan menjadi 3 tahapan, yaitu : (a) membuat master cetakan; (b) membuat fiberglass hasil; dan (c) finishing atau penyempurnaan. Sebagai gambaran misalnya akan dibuat sebuah tutup bumper belakang mobil.

a. Pembuatan master cetakan

Membuat master cetakan merupakan langkah awal dari pembuatan fiberglass. Ada dua pilihan bahan yang akan digunakan untuk membuat master cetakan, yakni bahan dari gips dan bahan dari fiberglass. Masing-masing bahan master cetakan tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan.

Pembuatan master cetakan dari bahan gips akan lebih mudah dikerjakan, dan saat pelepasan fiberglass hasil dari master cetakannya mudah dilakukan, bahkan dapat dilakukan dengan merusak master cetakannya. Di samping itu harganya pun relatif lebih murah. Kekurangannya adalah konstruksinya rapuh dan hanya dapat dipakai sekali saja.

Untuk bahan master cetakan dari fiberglass memang harganya lebih mahal. Di samping itu proses pembuatan master cetakan dan proses pelepasan fiberglass hasil dari master cetakan lebih sulit dikerjakan. Kelebihannya adalah konstruksinya lebih kuat/tidak mudah patah dan master cetakannya dapat dipergunakan beberapa kali. Oleh karena itu, dalam membuat master cetakan pembuatan fiberglass lebih senang menggunakan bahan dari fiberglass juga. Dengan demikian yang akan dibahas di sini adalah membuat master cetakan dari bahan fiberglass.

Proses pembuatannya sebagai berikut :

1) Membuat mal cetakan

Membuat mal cetakan dapat dilakukan dengan cara membuat tutup bumper dengan kertas karton yang ukuran dan bentuknya sama persis dengan ukuran dan bentuk aslinya. Apabila tersedia bentuk asli tutup bumper (tentunya yang sudah tidak terpakai), maka bentuk asli tutup bumper ini dapat dimanfaatkan sebagai mal.

2) Melapisi mal tersebut dengan PVA atau mirror. Apabila bahan ini tidak tersedia maka dapat menggunakan cairan pembersih lantai.

3) Menyiapkan wadah sebagai tempat adonan fiberglass berupa kaleng bekas oli atau kaleng bekas cat, yang penting keadaannya bersih.

4) Membuat adonan fiberglass dengan cara mencampur jadi satu talk, resin, dan katalis. Aduk dengan cepat bahan-bahan ini hingga merata, kalau kelamaan dapat mengeras duluan.

5) Selanjutnya adonan fiberglass diulaskan dengan cepat pada mal sebelah luar dan ditunggu sampai kering. Agar cepat kering dapat dijemur di terik matahari.

6) Memasang/menempatkan mat pada permukaan lapisan adonan fiberglass. Ukuran mat menyesuaikan bentuk mal.

7) Menyiapkan adonan fiberglass lagi, dan diulaskan kembali di atas lapisan mat dengan cepat serta ditunggu sampai kering.

Catatan : Apabila lapisan fiberglass sudah kering, master cetakan dapat dilepas dari mal-nya dan siap digunakan sebagai cetakan fiberglass.

Agar dapat dihasilkan kualitas fiberglass yang kuat, campuran bahan untuk master cetakan harus lebih tebal daripada fiberglass hasil, yaitu sekitar 2 – 3 mm atau dilakukan 3 – 4 kali pelapisan.

b. Pembuatan fiberglass hasil

Apabila master cetakan sudah dibuat, maka proses pembuatan fiberglass hasil dapat dimulai dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan master cetakan.
- 2) Menyiapkan wadah sebagai tempat adonan fiberglass berupa kaleng bekas oli/ kaleng bekas cat/mangkuk, yang penting keadaannya bersih.
- 3) Resin sejumlah 1,5 – 2 liter dicampur dengan talk dan diaduk rata.
- 4) Apabila campuran yang terjadi terlalu kental maka perlu ditambahkan katalis. Penggunaan katalis harus sesuai dengan perbandingan 1 : 1/40. Oleh karena itu apabila resinnya 2 liter, maka katalis-nya 50 cc.
- 5) Selanjutnya ditambahkan erosil antara 400 – 500 gram pada campuran tersebut dan pigmen atau zat pewarna.
- 6) Apabila semua campuran ter-sebut diaduk masih terlalu kental, maka perlu ditambah-kan katalis dan apabila campurannya terlalu encer dapat ditambahkan aseton. Pemberian banyak sedikitnya katalis akan mempengaruhi cepat atau lambatnya proses pengeringan. Pada cuaca yang dingin akan dibutuhkan katalis yang lebih banyak.
- 7) Setelah campuran bahan dasar dibuat, langkah berikutnya yaitu memoles permukaan master cetakan pada bagian dalam dengan mirror (sebagai pelicin dan pengkilap) dan dilakukan memutar sampai lapisannya benar-benar merata.

Catatan : Agar didapatkan hasil yang lebih baik, perlu ditunggu beberapa menit sampai pelicin tersebut menjadi kering. Untuk mempercepat proses pengeringan, dapat dijemur di terik matahari.

- 9) Apabila mirror sudah terserap, permukaan cetakan dapat dilap dengan menggunakan kain bersih hingga mengkilap.
- 10) Permukaan cetakan diolesi PVA untuk menjaga agar permukaan cetakan tidak lengket dengan fiberglass hasil. Apabila mirror dan PVA tidak tersedia, dapat digunakan cairan pembersih lantai sebagai gantinya.
- 11) Mengoleskan permukaan cetakan dengan adonan/ campuran dasar sampai merata, dan ditunggu sampai setengah kering. Seperti langkah sebelumnya, yakni untuk mempercepat proses pengeringan, dapat dijemur di terik matahari.
- 12) Selanjutnya di atas campuran yang telah dioleskan dapat diberi selebar mat sesuai dengan kebutuhan. Tentu saja ukuran mat harus menyesuaikan dengan ukuran dan bentuk cetakan.
- 13) Selanjutnya di atas mat tersebut dilapisi lagi dengan adonan dasar. Untuk menghindari adanya gelembung, pengolesan adonan dasar dilakukan sambil ditekan, sebab gelembung akan mengakibatkan fiberglass mudah keropos. Jumlah pelapisan adonan dasar disesuaikan dengan keperluan, makin tebal lapisan maka akan makin kuat daya tahannya.
- 14) Selain itu sebagai penguat dapat ditambahkan tulangan besi atau tripleks, terutama untuk bagian yang lebar. Tujuannya adalah agar hasilnya tidak mengalami kebengkokan.
- 15) Pelepasan fiberglass hasil dilakukan apabila lapisan adonan tersebut sudah kering dan mengeras, sebab apabila dilepas sebelum kering dapat terjadi penyusutan.

c. Langkah finishing

Pada langkah finishing, langkah pertama yang dilakukan yaitu merapikan fiberglass setelah dilepaskan dari master cetakannya dengan menggunakan gergaji, gunting, atau gerinda. Apabila fiberglass hasil telah rapi dapat dilakukan proses pengamplasan permukaan, pendempulan, dan pengecatan fiberglass, sesuai dengan warna yang diinginkan.

4. Perbaikan Bodi Fiberglass

Panel bodi kendaraan yang terbuat dari fiberglass mempunyai beberapa keunggulan, diantaranya adalah : sangat kuat, tahan api, tahan korosi, dan tahan air. Manakala terjadi kerusakan akibat tabrakan, kerusakan tersebut biasanya tidak merembet ke area yang lebih luas, tidak seperti pada panel bodi yang terbuat dari logam. Panel bodi fiberglass yang rusak sangat mudah diperbaiki, dan proses perbaikannya dapat diuraikan seperti berikut ini :

- a. Memotong bagian bodi fiberglass yang rusak dengan gergaji, gunting, atau gerinda, selanjutnya membangun fiberglass baru pada bagian tersebut. Untuk mendapatkan konstruksi fiberglass yang lebih kuat lagi, maka bahan mat lebih diperbanyak.
- b. Proses selanjutnya hampir sama dengan saat kita membuat fiberglass baru, yakni diawali dengan membuat adonan dan selanjutnya menuangkan adonan tersebut pada bagian yang rusak. Pada proses perbaikan bodi fiberglass ini tidak memerlukan cetakan.

5. Keselamatan Kerja

Dalam proses pembuatan dan perbaikan fiberglass ada beberapa hal yang perlu diperhatikan :

- a. Katalis dan cobalt dengan perbandingan yang terlalu banyak dapat menimbulkan api.
- b. Apabila tangan tanpa pelindung menyentuh mat, maka tangan dapat timbul iritasi/gatal.
- c. Bahan fiberglass khususnya resin bersifat karosinogen (penyebab timbulnya kanker). Oleh karena itu, dalam proses pembuatan dan perbaikan fiberglass sebaiknya menggunakan sarung tangan dan masker pernafasan.

Pertanyaan:

1. Sebutkan dan jelaskan bahan-bahan untuk pembuatan fiberglass!
2. Sebutkan peralatan yang digunakan untuk pembuatan fiberglass!
3. Bagaimanakah langkah-langkah pembuatan fiberglass?

VI. Abrasif dan Peralatan

Abrasif merupakan material yang keras dan tajam yang digunakan untuk mengikis permukaan benda kerja yang lebih lunak. Penggunaan abrasif adalah dengan cara menggosokkan material abrasif tersebut pada permukaan benda kerja yang akan dikikis. Abrasif digunakan pada peralatan-peralatan berikut: batu pengasah, gerinda, pemotong logam, atau dengan dilekatkan pada material lentur (coated abrasives).

1. Material Abrasif Terdapat beberapa bahan mineral yang saat ini digunakan sebagai bahan baku pembuatan material abrasif. Batu api (flint), batuan garnet, dan batu gosok (emery), ketiganya merupakan bahan mineral alami. Dua bahan lainnya merupakan bahan abrasif sintetis, yaitu silicon carbide dan aluminium oxide.

Batu api atau batuan api kwarsa banyak ditemukan di belahan dunia, namun tidak semua batu api tersebut dapat digunakan sebagai abrasif. Batu api yang baik digunakan sebagai abrasif adalah batu api yang berwarna keabu-abuan hingga agak merah muda.

Bongkahan batu api yang diperoleh dari perut bumi kemudian dipecah-pecah menjadi butiran yang ukurannya ditentukan menurut kekasaran abrasif yang akan dibuat. Butiran batu api kemudian dilekatkan pada material backing dari bahan kertas, yang biasa disebut sebagai flint sandpaper. Material abrasif yang terbuat dari batu api ini mempunyai karakter cepat tumpul, tidak dapat mempertahankan ketajamannya dalam jangka waktu yang lama.

Batuan garnet dalam ukuran dan tingkat kemurnian yang lebih besar merupakan batu mulia yang banyak digunakan sebagai perhiasan. Batuan garnet yang berukuran lebih kecil dan memiliki tingkat kemurnian yang rendah dipecah-pecah untuk kemudian digunakan sebagai material abrasif yang biasa disebut sebagai garnet sandpaper. Batuan garnet memiliki keuletan dan kekuatan yang sangat tinggi, sedikit dibawah batu intan (diamond). Pada saat digunakan untuk mengikis benda kerja, butiran garnet yang terpecah dengan sendirinya akan membentuk permukaan baru yang tajam. Hal ini menyebabkan garnet sandpaper memiliki daya kikis dan daya tahan yang sangat baik sehingga dapat digunakan untuk pemakaian yang lama.

Batu gosok memiliki kekerasan yang sangat tinggi, banyak digunakan sebagai material abrasif dalam bentuk bubuk, butiran, ataupun dalam ukuran yang lebih besar yang digunakan pada pekerjaan gerinda (grinding) ataupun pengkilapan (polishing). Batu gosok berwarna hitam, tersusun oleh unsur oksida besi (iron oxide) dan corundum (aluminium oxide). Pada saat dipecah-pecah, butiran batu gosok yang terbentuk lebih bulat dibandingkan dengan butiran batu api ataupun garnet. Oleh sebab itu batu gosok lebih banyak digunakan pada pekerjaan pengkilapan daripada untuk pemotongan.

Silicon carbide merupakan bahan abrasif sintetis, terbuat dari campuran pasir dan karbon melalui proses pengerjaan pada dapur listrik. Butiran kristalnya sangat keras dan tajam. Silicon carbide banyak digunakan sebagai abrasif dalam bentuk sandpaper.

Aluminium oxide juga merupakan bahan abrasif sintetis, dibuat dari bauksit (merupakan salah satu bentuk dari tanah liat) yang dicampur dengan arang kokas dan serbuk besi. Campuran ketiga unsur bahan tersebut kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu tinggi di dalam dapur listrik. Material yang dihasilkan dari dapur listrik tersebut berwarna merah kecoklat-an, kemudian dipecah menjadi butiran-butiran kristal. Butiran kristal yang dihasilkan kasar dan menggumpal, tidak mudah pecah sehingga mampu bertahan dengan baik pada beban kerja yang berat.

Aluminium oxide sangat sesuai digunakan pada pekerjaan gerinda dan pemotongan benda kerja yang terbuat dari baja dan logam keras lainnya. Dibandingkan dengan material abrasif yang telah disebutkan di atas, aluminium oxide merupakan material abrasif yang memiliki kekuatan dan ketahanan yang paling baik.

Material abrasif dari bahan batu api dan batu gosok lebih cocok digunakan pada pekerjaan rumah tangga, sedangkan garnet, silicon carbide dan alumunium oxide banyak digunakan pada pekerjaan industri. Pada pekerjaan perbaikan dan penyelesaian bodi otomotif, silicon carbide dan alumunium oxide merupakan material abrasif yang paling banyak digunakan.

2. Peralatan Abrasif Amplas (Sandpaper)

Amplas berfungsi untuk mengikis/menghaluskan permukaan benda kerja dengan cara digosokkan. Halus dan kasarnya kertas amplas ditunjukkan oleh angka yang tercantum dibalik kertas amplas tersebut. Semakin besar angka yang tertulis menunjukkan semakin halus dan rapat susunan pasir amplas tersebut. Pada pekerjaan perbaikan dan penyelesaian bodi otomotif, amplas digunakan untuk menggosok lapisan cat, dempul atau surfacer. Terdapat berbagai macam amplas berdasarkan material, bentuk, serta kekasarannya.

Amplas merupakan salah satu jenis material abrasif yang dibuat dengan proses perlekatan (coated abrasive). Amplas terdiri atas dua bagian yang disatukan, yaitu material abrasif dan material backing. Material backing yang digunakan pada amplas merupakan bahan fleksibel, terbuat dari kertas, kertas tahan air, kain, dan synthetic fiberglass.

Amplas yang menggunakan material backing dari bahan kertas tidak tahan air sehingga hanya dapat digunakan pada pekerjaan pengamplasan kering (dry-sanding). Pemilihan penggunaan amplas dengan material backing dari bahan kertas tahan air, kain, ataupun synthetic fiberglass disesuaikan dengan kekuatan, fleksibilitas, dan kondisi bidang permukaan benda kerja yang akan dikerjakan.

Terdapat dua jenis material abrasif amplas yang umum digunakan pada pekerjaan perbaikan dan penyelesaian bodi otomotif, yaitu silicon carbide dan alumunium oxide.

Partikel abrasif yang terbuat dari silicon carbide, terpecah-pecah menjadi butiran kecil pada saat pengamplasan dan secara konstan memunculkan tepian baru yang tajam. Partikel-partikel ini sangat sesuai untuk mengamplas (sanding) cat yang relatif lunak.

Oxidized alumunium merupakan partikel abrasif yang sangat kuat dan tahan aus. Oleh karena itu oxidized alumunium sangat sesuai digunakan untuk mengamplas cat yang relatif keras.

Metode Pelekatan

Terdapat beberapa bahan adhesif yang digunakan untuk melekatkan material abrasif pada backing material. Metode pelekatan menggunakan lem masih digunakan, tetapi amplas jenis ini tidak mampu digunakan pada pekerjaan dengan suhu tinggi, disamping itu juga tidak tahan air sehingga hanya dapat digunakan pada pekerjaan pengamplasan kering.

Metode pelekatan untuk amplas tahan air (waterproof) menggunakan metode ikatan resin, material abrasif dilekatkan pada kertas tahan air, kain ataupun synthetic fiberglass.

Terdapat dua jenis pelekatan material abrasif pada backing material, yaitu :

- a. Pelekatan lapisan terbuka, partikel abrasif dilekatkan pada backing material dengan kerapatan yang rendah sehingga terdapat jarak/poripori yang cukup lebar diantara partikel-partikel abrasif. Hal ini memungkinkan material yang diampas terlepas dari partikel abrasif, dan mencegah permukaan amplas menjadi tersumbat. Metode lapisan terbuka digunakan pada amplas yang digunakan pada pekerjaan pengamplasan kering.

Gambar : Amplas berbentuk lembaran

Roda Gerinda (Grinding Wheels)

Roda gerinda merupakan peralatan abrasif berbentuk piringan (roda) dengan material abrasif di sekeliling lingkaran roda. Roda gerinda digunakan sebagai material abrasif dengan cara dipasangkan pada mesin gerinda. Roda gerinda kemudian diputar oleh mesin gerinda untuk mengikis permukaan benda kerja.

Roda gerinda pada umumnya dibuat dari susunan butiran kasar material abrasif yang dipres dan disatukan sehingga dihasilkan roda gerinda yang padat dan kuat berbentuk lingkaran/roda. Pada sumbu roda gerinda dipasangkan piringan dari bahan baja atau alumunium sebagaiudukan pemasangan roda gerinda pada mesin gerinda. Terdapat berbagai jenis bentuk dan profil roda gerinda yang disesuaikan dengan penggunaannya. Metode pengikisan permukaan benda kerja dapat dilakukan dengan dua cara, tergantung jenis mesin gerinda yang digunakan. Pada mesin gerinda tangan, material abrasif roda gerinda yang diputar oleh mesin gerinda digesekkan ke permukaan benda kerja. Sebaliknya, pada mesin gerinda duduk permukaan benda kerja digesekkan ke piringan roda gerinda yang sedang berputar.

Material abrasif roda gerinda merupakan material abrasif khusus digunakan untuk pekerjaan pemotongan, diantaranya adalah cubic boron nitride, zirconia alumunium oxide, ceramic alumunium oxide, alumunium oxide, batu intan (diamond), dan material lainnya. Pemilihan penggunaan material abrasif roda gerinda disesuaikan dengan kekerasan benda kerja yang akan dikikis. 25% Alumina-40% Alumina-Zirconia Zirconia Ceramic-Alumunium Alundum Oxide

Pemilihan ukuran ketebalan, kekerasan, ataupun tingkat kekasaran permukaan roda gerinda disesuaikan dengan kondisi pekerjaan yang akan dikerjakan. Roda gerinda dengan profil tipis akan meringankan gaya pengikisan dan pendinginan yang diperlukan, dibandingkan dengan roda gerinda berprofil tebal.

Demikian pula tingkat kekerasan material abrasif roda gerinda sangat berpengaruh terhadap hal-hal teknis berkaitan dengan kecepatan putar roda gerinda, perlu tidaknya penggunaan cairan pendingin & kecepatan alirannya, kecepatan dan kedalaman pengikisan. Permukaan roda gerinda yang kasar akan mempercepat pengikisan permukaan benda kerja, akan tetapi meninggalkan bekas pengikisan yang kurang rapi sehingga tidak sesuai untuk pekerjaan penyelesaian.

Proses pembuatan roda gerinda dilakukan secara tepat dan dilakukan dengan pengontrolan kualitas secara ketat. Tujuannya selain dihasilkan roda gerinda yang berukuran presisi, juga meningkatkan kualitas pengikatan material untuk mencegah roda gerinda

mengalami pecah pada saat digunakan pada pekerjaan dengan putaran tinggi maupun pada beban kerja yang berat.

3. Peralatan Pendukung Blok Tangan (Hand block)

Blok tangan merupakan peralatan yang digunakan untuk menempelkan lembaran amplas yang digunakan untuk pengamplasan manual. Terdapat berbagai macam bentuk hand block yang penggunaannya disesuaikan dengan bentuk dan area kerja yang akan diampas.

Sander

Sander merupakan alat pengamplas mekanis untuk menempelkan lembaran amplas. Sander digunakan untuk mengamplas lapisan cat, putty atau surfacer. Menurut sumber tenaga yang digunakan, sander dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

- (a) sander elektrik, sander digerakkan oleh tenaga listrik, dan
- (b) Sander pneumatik, sander dioperasikan menggunakan udara bertekanan.

Sander pneumatik biasanya digunakan untuk pekerjaan persiapan permukaan pada perbaikan bodi otomotif.

Berdasarkan gerakan pemegang amplas (sander pad), sander diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu :

- a. Sander Gerak Tunggal (Single Action Sander). Sander pad berputar dengan sumbu yang tetap. Sander gerak tunggal memiliki gaya pengikisan yang kuat, sehingga banyak digunakan pada pekerjaan pengupasan cat. Vertical Single Action Sander Straight Line Sander
- b. Sander Gerak Orbital (Orbital Action Sander), sander pad bergetar membentuk lingkaran kecil. Gaya pengikisan yang dihasilkan kecil, sehingga sander gerak orbital banyak digunakan untuk membentuk Sander pad dapat dilepas untuk diganti dengan ukuran yang lebih besar/kecil, disesuaikan dengan area yang akan dikerjakan.
- c. Sander Gerak Ganda (Dual Action Sander). Sander pad bergerak membentuk lingkaran kecil, disamping itu juga berputar pada titik sumbunya. Gerakan sander gerak ganda merupakan kombinasi gerakan sander gerak tunggal dan sander gerak orbital. Gaya pengikisannya medium, sander pad dapat diganti. Pad yang keras digunakan untuk membentuk putty dan meratakan permukaan, sedangkan pad yang lebih lunak digunakan untuk scuffing.
- d. Random Orbital Sander

Dual Action Sander

Mesin Gerinda (Grinding Machine)

Mesin gerinda merupakan peralatan yang digunakan sebagai tempat pemasangan dan pemutar roda gerinda, untuk melakukan pekerjaan pengikisan permukaan benda kerja.

Terdapat beberapa jenis mesin gerinda, yaitu :

Mesin Gerinda Tangan

Mesin gerinda tangan merupakan mesin gerinda yang digunakan untuk memutar roda gerinda. Roda gerinda yang digunakan pada mesin gerinda tangan adalah sebuah piringan gerinda tipis. Mesin gerinda tangan dapat digunakan untuk mengikis permukaan benda kerja (menggerinda) maupun memotong benda kerja. Gerinda tangan biasanya digunakan untuk menghaluskan permukaan benda kerja setelah proses pengelasan, terutama pada benda kerja yang berukuran besar. Angle Grinder Mini Angle Grinder dan Straight Grinder Vertical Grinder

Mesin Gerinda Duduk

Serupa dengan mesin gerinda tangan, hanya saja posisi mesin gerinda dipasangkan pada dudukan. Untuk melakukan penggerindaan, benda kerja didekatkan dan ditempelkan ke roda gerinda yang berputar hingga permukaan benda kerja terkikis oleh roda gerinda. Roda gerinda yang digunakan pada mesin gerinda duduk berukuran lebih tebal dibandingkan roda gerinda pada mesin gerinda tangan. Mesin gerinda duduk banyak digunakan untuk mengasah pahat, mengikis benda kerja maupun menghaluskan permukaan benda kerja setelah proses pengelasan.

Keterangan :

1. Kaca Pelindung Mata 2. Roda Gerinda 3. Dudukan Penahan Benda Kerja 4. Penahan Roda Gerinda 5. Dudukan Mesin Gerinda Gambar 11.21. Mesin Gerinda Duduk

Mesin Gerinda Potong

Mesin gerinda potong (drop saw) merupakan mesin gerinda yang digunakan untuk memotong benda kerja dari bahan pelat ataupun pipa. Roda gerinda yang digunakan adalah piringan gerinda tipis yang diputar dengan kecepatan tinggi. Mesin gerinda potong dapat memotong benda kerja pelat ataupun pipa dari bahan baja dengan cepat.

4. Keselamatan Kerja dan Prosedur Melaksanakan Pekerjaan Penggerindaan

Keselamatan kerja merupakan hal yang utama pada setiap pekerjaan perbaikan bodi otomotif, terutama pada pekerjaan menggerinda. Kepedulian terhadap keselamatan kerja dan pemahaman terhadap material dan prosedur kerja sangat penting. Untuk meningkatkan keselamatan kerja selama melakukan pekerjaan menggerinda, selalu gunakan perlengkapan keselamatan kerja yang sesuai, dan ikuti prosedur kerja yang benar. Beberapa prosedur keselamatan kerja pada pekerjaan menggerinda adalah sebagai berikut :

1. Pakaian kerja diperlukan untuk melindungi tubuh pekerja selama melaksanakan pekerjaan menggerinda maupun pada saat berada di lingkungan kerja. Pekerjaan penggerindaan menimbulkan radiasi panas dan percikan bara api logam yang dapat menimbulkan luka dan terbakar pada kulit dan mata. Pakailah pakaian kerja menggerinda khusus, apron atau pakaian yang terbuat dari bahan tahan panas dan percikan api, misalnya pakaian yang terbuat dari bahan kulit atau jeans tebal.
2. Pada saat melakukan pekerjaan menggerinda, seringkali posisi jari dan tangan penggerinda berdekatan dengan roda gerinda yang sedang berputar pada kecepatan tinggi. Oleh karena itu pada saat menggerinda diharuskan selalu berhati-hati agar jangan sampai

- bersentuhan dengan roda gerinda. Gunakan tang atau penjepit benda kerja yang kuat lainnya dan hindari menggunakan jari untuk mengambil benda kerja .
3. Sarung tangan kulit terkadang diperlukan untuk melindungi tangan dalam menggerinda. Penggunaan sarung tangan yang tidak sesuai (jenis, bahan, maupun ukurannya) dapat menyebabkan sarung tangan tersangkut/ tertarik putaran roda gerinda dan dapat menyebabkan kecelakaan. Oleh karena itu gunakan sarung tangan yang sesuai pada saat menggerinda.
 4. Pada saat menggerinda benda kerja yang kecil, lakukan dengan ekstra hati-hati karena benda kerja yang kecil mudah sekali tertarik oleh putaran roda gerinda ataupun terlempar dengan kecepatan yang cukup tinggi. Disarankan untuk selalu menggunakan kacamata pelindung mata yang sesuai pada saat menggerinda.
 5. Setiap akan memulai menggerinda, atur posisiudukan penahan benda kerja yang akan digerinda sedekat mungkin dengan roda gerinda (3 mm).
 6. Jangan memandangi roda gerinda yang sedang berputar. Pada saat roda gerinda berputar, seringkali terdapat partikel-partikel yang terlempar, baik dari serpihan debu penggerindaan maupun kemungkinan pecahan-pecahan kecil dari roda gerinda yang terlepas saat berputar.
 7. Jangan menggerinda menggunakan sisi samping roda gerinda. Gunakan hanya sisi depan dari roda gerinda. Hal tersebut untuk mencegah roda gerinda olng atau kemungkinan kerusakan lainnya.
 8. Hindarkan penggerindaan di dekat material yang mudah terbakar atau meledak.
 9. Pekerjaan menggerinda menimbulkan panas pada permukaan benda kerja yang digerinda. Oleh karena itu disarankan untuk mendinginkan benda kerja pada larutan pendingin secara bertahap, terutama pada pekerjaan penggerindaan yang cukup besar.
 10. Lakukan pemeriksaan terhadap kondisi mesin gerinda dan kelengkapannya secara periodik, periksa kondisi roda gerinda dari kemungkinan oleng, retak, rompal ataupun kendor. Lakukan penggantian terhadap roda gerinda yang sudah tidak layak pakai. Pastikan untuk memutuskan hubungan arus listrik pada mesin gerinda sebelum melakukan pemeriksaan ataupun perbaikan.
 11. Pada saat melakukan penggantian roda gerinda, pastikan roda gerinda yang akan digunakan sesuai dengan spesifikasi mesin gerinda tersebut (ukuran, kecepatan/ rpm kerja).
 12. Untuk mengantisipasi kemungkinan terlepasnya roda gerinda, selalu pasang penahan roda gerinda.

Pertanyaan:

1. Sebutkan macam-macam dari abrasif dan karakteristiknya!
2. Sebutkan alat-alat pendukung dari proses menggunakan abrasif dan cara menggunakannya!

Metode Sambungan

Metode sambungan banyak digunakan dalam teknologi pembuatan bodi otomotif, terutama untuk menyatukan bagian-bagian panel bodi. Pengembangan teknik-teknik baru terhadap metode sambungan terus dilakukan untuk mendapatkan cara yang lebih efektif maupun sambungan yang lebih baik.

Terdapat beberapa jenis metode sambungan yang dapat digunakan, namun setiap metode sambungan hanya sesuai digunakan pada konstruksi-konstruksi tertentu. Demikian pula suatu desain sambungan tertentu seringkali mensyaratkan penggunaan metode sambungan yang khusus. Dengan demikian setiap desain yang akan dibuat maupun jenis metode sambungan yang akan digunakan harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti: kondisi beban, efisiensi sambungan, proses pengerjaan, perawatan dan perbaikan, dan bahan yang digunakan.

Secara umum, metode sambungan dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

- (a) metode sambungan menggunakan mekanisme pengunci, (contohnya: rivet, sekrup, baut dan mur, dan push-on clips), dan
- (b) metode sambungan yang tidak menggunakan mekanisme pengunci (contohnya: las, pematrian, kaitan, dan perekat/adhesif).

Metode sambungan yang akan dibahas lebih lanjut dalam bab ini meliputi: rivet, baut dan mur, push-on clips, dan perekat/ adhesif. Masing-masing metode mempunyai kelebihan dan kekurangan, serta penggunaannya disesuaikan dengan tujuan dan karakteristik sambungan.

1. RIVET

a. Macam Sambungan Rivet

1. Sambungan Tumpang.

Merupakan bentuk sambungan rivet yang paling sederhana. Pelat disambung dengan posisi sambungan tumpang-tindih, rivet dipasangkan sepanjang titik tengah kampuh sambungan.

2. Sambungan Ujung.

Ujung-ujung pelat yang akan disambung disatukan, kemudian di sisi belakang sambungan ditambahkan pelat pengikat. Rivet digunakan untuk mengikat pelat pengikat dengan setiap bagian pelat yang disambung.

b. Jenis-jenis Rivet

1. Solid Rivets

Solid rivets populer dengan istilah sambungan kelingan atau sambungan dengan paku keling. Kekuatan dari sebuah sambungan kelingan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:

- (a) bahan benda kerja yang disambung maupun paku keling yang digunakan,
- (b) metode pembuatan lubang sambungan, apakah dibuat dengan bor atau pelobang (punch), dan
- (c) proses pengerjaan sambungan.

Pada pelat logam yang tipis, paku keling biasanya digunakan dalam keadaan dingin sehingga secara teori tidak terjadi distorsi. Namun pada pelat logam yang lebih tebal, paku keling dipanaskan untuk meningkatkan kekuatan sambungan yang dihasilkan. Paku keling yang digunakan pada sambungan yang dipanaskan terbuat dari bahan baja atau besi, sedangkan paku keling yang digunakan pada pengerjaan dingin dibuat dari tembaga, kuningan, alumunium, ataupun paduan alumunium. Paku keling yang terbuat dari baja banyak digunakan pada bagian-bagian utama konstruksi sambungan seperti kerangka chasis dan sub rangka.

Jenis-jenis Paku Keling

Paku keling diklasifikasikan menurut bentuk kepala, diameter dan panjangnya. Pemilihan bentuk kepala paku keling dilakukan dengan mempertimbangkan kegunaan benda kerja yang akan disambung. Pemilihan diameter paku keling dilakukan dengan mempertimbangkan kekuatan dan ketebalan komponen yang akan disambung. Pemilihan panjangnya paku keling disesuaikan dengan ketebalan komponen. Terdapat beberapa jenis paku keling, seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 10.1. Jenis-jenis Paku Keling

No Jenis Paku Keling Keterangan 1. Snap Rivets Kepala berbentuk bundar. Digunakan pada sambungan yang membutuhkan kekuatan tinggi 2. Pan Rivets Serupa dengan snap rivets, dapat digunakan pada sambungan yang menuntut kekuatan tinggi. 3. Mushroom Rivets Kepala berbentuk jamur, digunakan pada lembaran pelat logam tipis. 4. Flat Head Rivets Kepala berbentuk rata, digunakan untuk menyambung batang yang rata. Dapat pula digunakan untuk menyambung bagian sudut pada lembaran pelat tipis. 5. Countersunk Head Rivets Digunakan pada sambungan yang menuntut permukaan hasil sambungan rata.

Lubang Sambungan Kelingan

Lubang sambungan kelingan dapat dibuat dengan menggunakan alat pelobang (punch) ataupun dengan cara dibor. Lubang yang dihasilkan dari penggunaan alat pelobang biasanya sedikit mengerucut (tirus) dan meninggalkan permukaan yang kasar, kedua kondisi ini dapat mengurangi kekuatan sambungan kelingan yang dihasilkan. Untuk meningkatkan efisiensi sambungan, kedua benda kerja disatukan kemudian dilakukan pelubangan secara bersamaan. Cara ini akan dapat mengurangi ketirusan lubang yang dihasilkan. Selain itu, permukaan benda kerja yang kasar akibat pelubangan harus dihaluskan.

Penggunaan bor menghasilkan lubang yang lebih baik dari pada menggunakan alat pelubang. Lubang yang dibuat dengan bor akan menghasilkan kekuatan sambungan rivet yang lebih baik sekitar 8% daripada sambungan kelingan dengan lubang yang dibuat menggunakan alat pelubang.

Prosedur Pengelingan

Sebelum memasang paku keling, pelat yang akan disambung dengan kelingan harus dijepit kuat-kuat dengan cara diklem agar tidak berubah posisi saat dilakukan pemasangan kelingan. Pastikan lubang-lubang sambungan pada posisi yang saling tepat (segaris, tidak bergeser).

Pada pengerjaan sambungan kelingan dengan pemanasan, lakukan pada temperatur tempa. Proses penyambungan (penggem-bungan akhiran paku keling) harus selesai sebelum

temperatur paku keling menurun kembali (terlihat dari perubahan warna paku keling kembali kehitam-hitaman). Tujuan-nya adalah untuk menggembungkan batang paku keling hingga memenuhi lubang sambungan, dan secepat mungkin menyelesaikan proses penyambungan saat paku keling berada pada temperatur tempa. Pada temperatur tempa, didapatkan penyusutan rivet yang maksimal untuk menekan pelat setelah penyambungan selesai sehingga didapatkan kekuatan sambungan yang maksimal.

Apabila proses penyambung-an belum selesai tetapi paku keling sudah tidak pada temperatur tempa, maka kekuatan sambungan yang dihasilkan akan berkurang. Proses pengerjaan sambungan kelingan (snap head rivets) dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Alat pemukul yang dioperasikan dengan tenaga pneumatik banyak digunakan untuk menggembungkan akhiran paku keling. Tenaga pneumatik memberikan kemudahan dalam mengatur berat dan kecepatan pukulan yang diperlukan untuk menggembungkan akhiran paku keling secara cepat dan akurat.

Proses pengerjaan sambungan kelingan secara dingin hampir sama dengan proses pengerjaan sambungan secara panas. Hanya saja karena dikerjakan tanpa pemanasan, kemampuan plastis dari paku keling sangat kecil sehingga menyulitkan dalam menggembungkan batang paku keling maupun membentuk akhiran kelingan.

Selain itu, sambungan kelingan yang dikerjakan secara dingin tidak dapat sekuat sambungan kelingan yang dikerjakan dengan pemanasan. Hal ini dikarenakan tidak terdapat penyusutan paku keling yang dengan sendirinya akan menekan pelat secara kuat seperti halnya pada sambungan kelingan yang dipanaskan.

2. Bifurcated Rivets

Merupakan jenis rivet yang konstruksinya terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian ujung (kepala dan batang), dan bagian akhir (pengunci). Rivet jenis ini banyak digunakan untuk menyatukan bahan-bahan lunak seperti : plastik, karet dan kulit. Rivet jenis ini tidak banyak digunakan pada industri bodi kendaraan.

3. Blind (Pop)

Rivets Blind rivets pada awalnya (tahun 1930-an) banyak digunakan oleh industri pembuatan pesawat terbang, namun selama beberapa dekade terakhir telah banyak digunakan juga pada industri-industri permesinan. Bahkan, saat ini rivet digunakan sebagai standar metode sambungan pelat logam pada mobil, bus, dan semua jenis kendaraan komersial.

Sesuai dengan namanya, blind rivets (blind = buta, tidak dapat melihat) merupakan jenis rivet yang tetap dapat digunakan meskipun benda kerja hanya dapat dijangkau dari satu sisi saja. Blind rivets merupakan metode penyambungan yang sangat menguntungkan digunakan pada pekerjaan pembuatan bodi maupun pada pekerjaan perbaikan bodi mobil. Kebanyakan panel bodi hanya dapat dijangkau dari satu sisi saja, sehingga tidak memungkinkan dikerjakan dengan metode kelingan konvensional.

Alat Pemasang Blind Rivets

Tabel 10.3. Alat Pemasang Blind Rivets

No Jenis Alat 1. Tang rivet yang dioperasikan secara manual. 2. Pemasang rivet portabel yang dioperasikan secara pneumatik 3. Pemasang rivet portabel yang dioperasikan secara hidrolik

2. SEKRUP (SCREW)

Pada konstruksi bodi yang terdiri dari banyak bagian yang disatukan dengan penyambungan, diperlukan metoda sambungan yang kuat dan tahan selama beberapa selang waktu tertentu. Namun terkadang karena suatu alasan atau tujuan tertentu, diperlukan metode sambungan yang dapat dilepaskan kembali. Salah satu metode sambungan yang dapat dilepaskan kembali adalah metode sambungan menggunakan sekrup. Terdapat beberapa jenis sekrup, yaitu :

1. Self-tapping screws.

Mulai banyak digunakan sejak berlangsungnya perang dunia kedua (PD II). Sekrup jenis ini terbuat dari baja keras, didesain untuk menyambung bahan logam. Proses pemasangan sekrup jenis ini adalah dengan cara memasukkan sekrup ke dalam lubang panduan yang telah dibuat sebelumnya dengan cara dibor. Pada saat dipasangkan, ulir sekrup akan bekerja seperti halnya mata bor, membuat ulir pada benda kerja yang akan disambung sehingga dihasilkan ikatan sambungan yang sangat kuat.

Terdapat berbagai bentuk kepala sekrup, diantaranya adalah countersunk, raised countersunk, round-head, pan-head, mushroom-head dan hexagon-head. Pada kepala sekrup terdapat alur yang digunakan untuk memasukkan ujung obeng, bentuk alur bermacam-macam : strip (minus), plus (pozidriv head), berbentuk bintang, dan sebagainya.

Self-tapping screws banyak digunakan pada pembuatan bodi dan aksesoris kendaraan, yang kebanyakan hanya dapat dikerjakan dari satu sisi saja. Proses pemasangan sekrup sangat sederhana, yakni dengan membuat lubang panduan kemudian memasang sekrup menggunakan obeng. Sambungan menggunakan sekrup akan bertahan cukup lama dan dapat dilakukan bongkar pasang berulang kali tanpa mengalami penurunan kekuatan.

Seiring perkembangannya, dilakukan perbaikan terhadap konstruksi sekrup sehingga pemasangannya tidak lagi memerlukan pembuatan lubang panduan terlebih dahulu. Sekrup model ini dikenal dengan istilah spat system screws.

Pemasangan spat system screws dilakukan dengan menggunakan obeng yang dioperasikan dengan tenaga pneumatik. Tenaga pneumatik digunakan untuk menekan sekrup hingga ujung sekrup menusuk benda kerja, kemudian sekrup diputar agar ulir sekrup menembus benda kerja hingga sekrup tertanam pada benda kerja. Metode ini mampu meningkatkan kekuatan sambungan sekrup hingga 30% lebih baik dibandingkan dengan metode self-tapping screws.

2. Screw nails.

Konstruksi sekrup jenis ini menyerupai paku yang bagian batangnya dibuatkan ulir spiral. Sekrup dibuat dari baja keras dan digunakan untuk penyambungan antara lembaran pelat tipis ke konstruksi yang terbuat dari bahan kayu.

Metode pemasangannya dilakukan dengan cara dipukul menggunakan martil. Ulir spiral yang ada akan memperkuat cengkeraman sekrup sehingga menghasilkan ikatan sambungan antara bahan logam dengan kayu dengan kekuatan yang kuat.

3. Steel hammer driven screws.

Sekrup jenis ini digunakan untuk menyambung lembaran pelat logam, sambungan yang dihasilkan sangat kuat dan sulit untuk dilepaskan kembali. Oleh karena itu sekrup jenis ini hanya digunakan pada sambungan yang bersifat permanen. Sekrup terbuat dari baja yang sangat keras, dengan bentuk kepala countersunk atau round-head.

Proses pemasangan sekrup jenis ini adalah dengan cara membuat lubang panduan menggunakan bor atau penitik, kemudian sekrup dipasangkan dengan cara dipukul menggunakan palu. Ulir spiral yang terdapat pada sekrup akan membantu sekrup tertanam pada benda kerja yang disambung secara kuat.

4. Set screws (Machine Screws).

Set screws hampir sama dengan baut, yakni bagian batangnya berbentuk silindris dan berulir. Bentuk kepala set screws berbeda dengan kepala baut, yakni berbentuk countersunk, round-head, cheese, ataupun pan-heads. Set screws digunakan untuk mengikat dua bagian logam menjadi satu konstruksi yang kuat, atau mengatur celah/jarak antara satu bagian dengan bagian yang lain.

3. BAUT DAN MUR (BOLTS & NUTS)

a. Baut

Baut digunakan secara luas dalam industri kendaraan bermotor.

Pada kendaraan bermotor terdapat banyak sekali komponen yang dibuat secara terpisah, kemudian disatukan menggunakan baut dan mur agar memudahkan dilakukan pelepasan kembali saat diperlukan, misalnya untuk melakukan pekerjaan perbaikan atau penggantian komponen.

Baut biasanya digunakan berpasangan dengan mur. Bagian batang baut yang tidak berulir dimaksudkan untuk menepatkan dengan celah lubang baut, dan untuk mengurangi efek gesekan antara kepala baut dengan benda kerja dapat ditambahkan ring/washer di antara kepala baut dan permukaan benda kerja. Washer berbentuk spiral dapat digunakan pada baut untuk membantu mencegah kekuatan sambungan berkurang yang disebabkan baut mengendor akibat getaran.

Konstruksi baut terdiri atas batang berbentuk silinder yang memiliki kepala pada salah satu ujungnya, dan terdapat alur di sepanjang (ataupun hanya di bagian ujung) batang silinder tersebut. Baut terbuat dari bahan baja lunak, baja paduan, baja tahan karat ataupun kuningan. Dapat pula baut dibuat dari bahan logam atau paduan logam lainnya untuk keperluan khusus.

Bentuk kepala baut yang umum digunakan adalah : (a) segi enam (hexagon head), dan (b) segi empat (square head). Kepala baut berbentuk segi enam merupakan bentuk yang paling banyak digunakan. Baut dengan kepala berbentuk segi empat pada umumnya digunakan untuk industri berat dan pekerjaan konstruksi.

Berbagai jenis baut yang umum terdapat di pasaran adalah sebagai berikut :

Tabel : Jenis-jenis Baut

No Jenis Baut Keterangan

1. Carriage bolts Carriage bolts atau juga disebut plow bolts banyak digunakan pada kayu. Bagian kepala carriage bolts berbentuk kubah dan pada bagian leher baut berbentuk empat persegi. Pada saat baut dikencangkan, konstruksi leher baut yang berbentuk empat persegi tersebut akan menekan masuk ke dalam kayu sehingga menghasilkan ikatan yang sangat kuat. Carriage bolts dibuat dari berbagai bahan logam dan terdapat berbagai ukuran yang memungkinkan penggunaannya dalam berbagai pekerjaan.

2. Plow Bolts

3. Flange Bolts Flange bolts merupakan jenis baut yang pada bagian bawah kepala bautnya terdapat bubungan (flens). Flens yang terdapat pada bagian bawah kepala baut didesain untuk memberikan kekuatan baut seperti halnya bila menggunakan washer. Dengan kelebihan tersebut maka penggunaan flange bolts akan memudahkan mempercepat selesainya pekerjaan.

4. Serrated Flange Bolts

4. Hex Bolts Hex bolts merupakan baut yang sangat umum digunakan pada pekerjaan konstruksi maupun perbaikan. Ciri umum dari hex bolts adalah bagian kepala baut berbentuk segi enam (hexagonal). Hex bolts dibuat dari berbagai jenis bahan, dan setiap bahan memiliki karakter dan kemampuan yang berbeda. Cara terbaik yang dapat dilakukan dalam memilih hex bolts yang akan digunakan adalah dengan memilih bahan hex bolts disesuaikan dengan persyaratan-persyaratan teknis dari konstruksi yang akan dikerjakan. Beberapa bahan yang digunakan untuk hex bolts diantaranya : stainless steel, carbon steel, dan alloy steel yang disepuh cadmium atau zinc untuk mencegah karat.

5. Lag Bolts Lag bolts merupakan baut dengan ujung baut berbentuk lancip, menyerupai konstruksi sekrup. Lag bolts kebanyakan digunakan pada pekerjaan konstruksi lapangan.

6. Shoulder bolts merupakan baut yang pada umumnya digunakan sebagai sumbu putar. Konstruksi shoulder bolts memungkinkan digunakan pada sambungan maupun aplikasi yang dapat bergerak, bergeser, bahkan berputar. Shoulder bolts dapat digunakan pada berbagai komponen yang terbuat dari logam, kayu, dan bahan-bahan lainnya. Dikarenakan sering digunakan sebagai sumbu tumpuan, maka shoulder bolts dibuat dari bahan logam yang memiliki ketahanan terhadap gesekan.

Shoulder Bolts

b. Mur

Mur biasanya terbuat dari baja lunak, meskipun untuk keperluan khusus dapat juga digunakan beberapa logam atau paduan logam lain. Jenis mur yang umum digunakan adalah :

1. Mur segi enam (hexagonal plain nut), digunakan pada semua industri,
2. Mur segi empat (square nut), digunakan pada industri berat dan pada pembuatan bodi kereta ataupun pesawat.
3. Mur dengan mahkota atau dengan slot pengunci (castellated nut & slotted nut), merupakan jenis mur yang dilengkapi dengan mekanisme penguncian. Tujuannya adalah mengunci posisi mur agar tidak berubah sehingga mur tetap kencang.
4. Mur pengunci (lock nut), merupakan mur yang ukurannya lebih tipis dibandingkan mur pada umumnya. Mur pengunci biasanya dipasangkan di bawah mur utama, berfungsi sebagai pengunci posisi mur utama.

Tabel : Jenis-jenis Mur

No Jenis Mur

Mur segi enam (Hexagonal nut) a. Finished Hex Nuts 1. b. Two Piece Hex Cap Nuts

Mur segi empat (Square nut) 2. Regular Square Nuts

Mur dengan mahkota atau slot pengunci (Castellated & Slotted nut) 3. Hex Castle Nuts Hex Slotted Nuts

Mur pengunci (Lock nut) a. Serrated Flange Lock Nuts b. Two-Way (Bi-Way) Reversible Lock Nuts c. Kep ("K") Lock Nuts d. Nylon Insert Stop Nuts 4. e. Palnut® Regular Type

Lock Nuts f. Palnut® Acorn Type Lock Nuts – Open g. Palnut® Tension Nuts h. Palnut® Wing Type Lock Nuts

Clinch Nut (Hank Rivet Bushes)

Merupakan salah satu jenis mur yang digunakan untuk mengikat pelat logam yang tipis. Mur diikatkan pada lembaran pelat tipis dengan prinsip yang hampir sama dengan pemasangan rivet. Bagian kepala mur dimasukkan kedalam lubang pada pelat tipis yang telah dibuat sebelumnya, kemudian dipukul menggunakan palu sampai mengembang rata dengan pelat sehingga membentuk cincin jangkar yang mengikat mur pada pelat tersebut dengan kuat.

Plastic Nuts

Belakangan ini mur plastik banyak digunakan sebagai pengganti mur logam konvensional. Mur plastik memiliki banyak kelebihan, yaitu : memiliki kemampuan mekanis yang baik, ringan, murah, dan tahan karat. Selain itu, kelebihan lain yang dimiliki oleh mur plastik adalah kemampuan mengunci sendiri (self-locking) sehingga tidak lagi diperlukan penggunaan washer/ pengunci. Penggunaan mur plastik dengan desain flens yang tepat akan menjamin terjadinya kondisi pra-tekan pada mur sehingga mur akan terikat kuat tanpa memerlukan tambahan washer.

Nyloc & Clevelock nuts

Merupakan mur yang dilengkapi pengunci dengan cara menambahkan nylon di bagian ujung mur, diameter ulir nylon sedikit lebih kecil daripada diameter ulir mur. Pada saat mur digunakan untuk mengikat baut, mur akan dapat diputar dengan bebas hingga ujung ulir baut mencapai ulir mur yang terbuat dari nylon. Mur dikencangkan lebih lanjut sampai ulir baut terikat kuat oleh ulir nylon. Hal ini akan menyebabkan mur mencengkeram baut dengan kuat, sehingga dihasilkan ikatan antara mur dan baut yang tahan terhadap getaran.

c. Mur Pengunci dari Baja Pelat (Spring Steel Fasteners)

Penggunaan mur pengunci dari baja pelat memberikan kontribusi langsung pada perkembangan industri otomotif, dimana penggunaan mur jenis ini mampu meningkatkan efisiensi produksi dan waktu perakitan. Data penelitian menunjukkan bahwa lebih dari 50% total biaya pembuatan bodi kendaraan terletak pada pekerjaan perakitan. Sebagian besar disebabkan oleh waktu pengerjaan yang terbuang untuk mengambil dan merakit komponen-komponen yang cukup kecil. Penggunaan mur pengunci dari baja pelat mampu meningkatkan efisiensi pekerjaan dibandingkan dengan menggunakan metode pengencang mur dan baut pada umumnya.

Terdapat beberapa jenis mur pengunci yang terbuat dari baja pelat yang semuanya dibuat dari baja pegas yang mendapat perlakuan khusus, sehingga tetap mampu mempertahankan gaya kepegasannya dengan baik. Hal ini memungkinkan penggunaan dalam jangka waktu yang cukup lama meskipun dilakukan bongkar-pasang berulang kali sehingga sangat ekonomis.

Kelebihan lain dari mur pengunci dari baja pelat adalah mudah digunakan, mengurangi penggunaan ring dan mur, selain itu dapat digunakan untuk menggabungkan

komponen-komponen yang terbuat dari bahan plastik ataupun kaca tanpa khawatir menyebabkan kerusakan komponen tersebut.

Beberapa jenis mur pengunci dari baja pelat yang terdapat di pasaran adalah :

1. Spire speed nut. Jenis ini memiliki daya penguncian ganda yang didapatkan dari pelat dasar mur dan garpu pengunci yang dilengkungkan, memungkinkan dihasilkannya ikatan sambungan yang tahan terhadap getaran.

Jenis-jenis Spire speed nut yang umum digunakan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel : Jenis Spire Speed Nut

No Jenis Spire Speed Nut 1. Regular spire speed nut 2. Round spire speed nut 3. 4. W – Type Spire Speed Nut Twin-Type Spire Speed Nut 5. 6. Anchor Type Latch – Type Speed Nuts® Speed Nuts®

2. Captive nut “U” – type. Konstruksi mur pengunci terbuat dari baja pelat yang berbentuk U. Mur pengunci jenis ini banyak digunakan untuk melakukan sambungan atau ikatan komponen-komponen pada industri kendaraan bermotor, terutama pada konstruksi sambungan yang hanya dapat dikerjakan dari satu sisi komponen (blind assemblies). Mur jenis ini dapat dipasang pada panel komponen menggunakan tangan, sehingga tidak diperlukan proses pengelasan ataupun penggunaan rivet. Selain proses pemasangan yang cepat dan mudah, mur pengunci jenis ini dapat dipasangkan pada panel sebelum ataupun sesudah proses pengecatan panel.

Tabel : Jenis Captive nut “U” – type

No Jenis Captive Nut “U” – Type 1. Regular Captive Nut “U” – Type 2. Captive Nut “U” – Type for Wide Panel

3. Captive nut “J” – type.

Konstruksi mur pengunci jenis ini mirip dengan U – type, hanya saja lidah mur dibuat tidak sama panjang, sehingga konstruksinya menyerupai hurup J.

4. Grip nuts.

Grip nuts digunakan pada sambungan dengan celah/ lubang sambungan berbentuk kotak, untuk menggantikan pemasangan mur dengan metode lain yang lebih mahal (misalnya menggunakan las dan sejenisnya). Grip nuts dapat dipasangkan pada panel dengan tangan.

Proses pemasangan :

- a. Masukkan kaki pelat pengunci grip nut ke dalam lubang pada pelat yang telah dibuat sebelumnya.
- b. Satukan kedua pelat yang akan disambung, ikat kedua pelat menggunakan baut.

5. Cable clips.

Jenis ini merupakan klip khusus yang digunakan untuk mengikat jalur kabel pada kendaraan bermotor.

Metode pemasangannya adalah dengan cara dijepitkan pada panel melalui lubang yang telah dibuat sebelumnya, sehingga pemasangannya tidak memerlukan baut pengikat.

Tabel : Beberapa jenis mur pengunci dari baja pelat (spring steel fastener) yang lain.

No Jenis Spring Steel Fastener 1. Expansion Nuts 2. Palnut® Insert Panel Retained Nut – For Plastic Panels 3. “U” – Type Nut Retainer 4. “J” – Type Nut Retainer

d. Blind Fasteners

1. The Avdelok system.

Avdelok sebenarnya tidak termasuk blind fasteners karena harus dikerjakan dari kedua sisi permukaan benda kerja yang disambung, namun metode pengencang ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode rivet maupun metode baut dan mur konvensional lainnya. Avdelok merupakan pengunci dengan kekuatan tinggi yang konstruksinya terbagi atas dua bagian, terdiri atas sebuah baut dan mur penahan yang berfungsi sebagai pengunci.

Konstruksi mur pengunci dibuat sedemikian rupa sehingga dapat berubah bentuk apabila dikenai tekanan tertentu. Konstruksi avdelok tersebut mampu menghasilkan cengkeraman yang kuat dan tahan terhadap getaran.

Proses pemasangan avdelok sangat sederhana, yaitu menggunakan alat pemasang khusus yang dioperasikan secara manual atau pneumatik. Baut avdelok dipasangkan pada lubang sambungan yang telah dipersiapkan sebelumnya, selanjutnya mur penahan dimasukkan dari sisi pelat yang berlawanan. Bagian ujung alat pemasang digunakan untuk menekan mur penahan, sedangkan bagian lain dari alat pemasang bekerja menarik baut avdelok.

Baut tertarik dan menyatukan kedua lembaran pelat yang akan disambung. Mur penahan akan tertekan hingga berubah bentuk dan mengisi alur yang ada pada baut. Tekanan alat pemasang terus berlanjut hingga bagian ekor baut yang digunakan untuk menarik baut terputus. Posisi putusnya bagian ekor baut tersebut rata dengan permukaan mur penahan, sehingga avdelok tidak memerlukan pengerjaan lanjut. Avdelok banyak digunakan pada braket-braket pengikat bodi ke chassis untuk kendaraan komersial.

2. The Avlok system.

Metode avlok serupa dengan avdelok, dimana terdapat baut dan mur pengunci yang dapat berubah bentuk. Hal yang membedakan adalah proses pemasangan baut dan mur pengunci. Konstruksi baut avlok memungkinkan pengerjaan dilakukan hanya dari satu sisi permukaan benda kerja saja.

Avlok menghasilkan ikatan sambungan yang kuat dan tahan terhadap beban lelah. Proses pemasangan avlok hampir sama dengan avdelok. Baut avlok dan mur pengunci dipasangkan sekaligus pada lubang sambungan yang telah dibuat sebelumnya, kemudian alat pemasang khusus yang dioperasikan secara manual ataupun pneumatik digunakan untuk menarik bagian ekor baut avlok. Bagian lain alat pemasang berfungsi menahan mur pengunci. Baut avlok akan tertarik dan menyatukan kedua lembaran pelat yang akan disambung. Baut akan terkunci oleh mur pengunci sehingga dihasilkan sambungan yang kuat, dan pada saat yang bersamaan bagian ekor baut akan terputus. Posisi putusnya bagian ekor baut rata dengan permukaan mur pengunci sehingga tidak diperlukan pengerjaan lanjut.

3. The Nutsert system.

Merupakan mur khusus yang dipasangkan pada lubang sambungan, untuk memungkinkan dilakukannya penyambungan lembaran pelat menggunakan baut. Mur terbuat dari baja, yang pada bagian dalamnya terdapat ulir dengan kekuatan tinggi. Konstruksi mur terbagi menjadi dua bagian, yaitu mur bagian luar dan mur bagian dalam yang berbentuk tirus.

Proses pemasangan nutsert adalah dengan cara memasukkan nutsert ke dalam lubang sambungan yang telah dibuat sebelumnya. Sebuah obeng khusus dengan ujung beralur digunakan untuk memutar mur bagian dalam yang berbentuk tirus.

Mur bagian dalam akan tertarik masuk ke dalam mur bagian luar. Hal ini akan menyebabkan mur bagian luar mengembang sehingga terjepit dan terpasang kuat pada lubang sambungan, sehingga memungkinkan dilakukan penyambungan pelat menggunakan baut.

Nutsert dapat digunakan pada semua jenis logam, plastik maupun kayu. Di pasaran, nutsert tersedia dalam berbagai ukuran baik dalam inchi maupun metris.

4. The Jo-bolt system.

Konstruksi jo-bolt terdiri atas tiga bagian, yaitu baut dan mur baja dengan kekuatan tarik tinggi, serta ring pengunci yang dapat berubah bentuk dari baja tahan karat. Jo-bolt merupakan metode penyambungan yang dapat dikerjakan dari satu sisi permukaan benda kerja, dan menghasilkan kekuatan sambungan yang tinggi.

Proses pemasangan jo-bolt adalah dengan memasukkannya ke dalam lubang sambungan yang telah dipersiapkan sebelumnya. Alat pemasang khusus digunakan untuk memutar baut, sementara bagian ujung dari alat pemasang menahan agar posisi mur tidak bergeser/ berputar.

Baut akan menarik ring pengunci sehingga berubah bentuk dan menjepit sambungan benda kerja dengan kuat, dan pada saat yang hampir bersamaan bagian ekor baut akan terputus. Posisi putusnya bagian ekor baut rata dengan permukaan mur sehingga tidak diperlukan pengerjaan lanjut.

4. PUSH-ON CLIPS

a. Push-On Clips dari Bahan Baja Pelat

1. Simple push-on clips. clips yang sangat sederhana adalah simple push-on clips.

Terdapat beberapa jenis push-on clips, salah satu jenis push-on

Konstruksinya mirip dengan spire speed nut, dengan garpu pengunci yang dibuat dengan ketinggian sejajar. Perbedaannya dengan spire speed nut adalah bahwa push-on clips tidak dipasangkan dengan mengikuti ulir yang ada pada sekrup, melainkan dipasangkan pada batang pengunci (pin stud). Pada saat push-on clips ditekan ke batang pengunci, kaki-kaki pelat dasar klip menekan permukaan benda kerja, sehingga garpu pengunci mencengkeram batang pengunci dengan kuat. Tekanan kaki-kaki pelat dasar klip dan gaya kepegasan pelat dasar akan mempertahankan push-on clips tetap pada posisinya.

Belakangan ini push-on clips diproduksi dalam berbagai bentuk, dari simple push-on clips yang berkonstruksi sangat sederhana dan masih digunakan secara luas, sampai push-on clips yang lebih modern seperti blanked-types (tubular clips), multi-pronged clips untuk stud berbentuk segi empat, dan push-on clips dari bahan plastik (plastic-capped type).

2. Blanked-types (tubular clips)

b. Push-On Clips dari Bahan Plastik Penggunaan push-on clips dari bahan plastik memiliki kelebihan dibandingkan dengan push-on clips dari bahan baja. Push-on clips yang terbuat dari bahan memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap karat dan tidak mudah patah pada saat dilakukan pekerjaan bongkar pasang.

Beberapa push-on clips yang terbuat dari bahan plastik adalah :

1. Pin and Grommet (Two stage Rivet) Pin & grommet sesuai digunakan untuk menyatukan panel atau lembaran pelat, misalnya pada pemasangan modul ke bodi kendaraan. Pada saat terpasang, bagian bodi grommet yang berada dalam lubang sambungan mengembang sehingga menghasilkan ikatan yang kuat. Pemasangan pin & grommet ini sangat sederhana, cukup memasukkan pin & grommet ke dalam lubang sambungan yang telah dipersiapkan sebelumnya, kemudian menekan (push-on) pin dengan tekanan yang cukup ringan, pin akan terpasang sepenuhnya. Pin & grommet jenis ini memiliki daya tahan yang baik, kekuatan ikatan yang dihasilkan tetap baik meskipun dilakukan pekerjaan bongkar pasang berkali-kali. Ikatan yang dihasilkan pin & grommet memiliki kekuatan tarik antara 55 – 444 lbs, tergantung dari spesifikasi pin & grommet yang digunakan. Ukuran pin & grommet yang terdapat di pasaran dapat digunakan diameter lubang 6,0 – 8,0 mm, dengan ketebalan panel antara 1,0 – 5,0 301mm.

2. Push Buttons Push buttons digunakan untuk mengikat dan memasang komponen-komponen pada interior kendaraan, seperti karpet, soft trim, maupun trim covers.

Kegunaan lain dari push button adalah untuk mengikatkan penahan kabel-kabel kelistrikan ke panel bodi atau rangka kendaraan .

berkisar antara lima sampai dengan dua puluh menit (5 – 20 menit), dengan demikian bahan adhesif jenis ini dapat digunakan dengan metode yang bervariasi. Bahan adhesif lainnya yang juga populer digunakan adalah solvent-based natural rubber solution yang digunakan untuk menyatukan PVC dengan hardboard ataupun millboard, pada pemasangan interior, misalnya pada door trim.

2. The metal-to-metal adhesives, merupakan bahan adhesif yang digunakan untuk menyatukan komponen yang terbuat dari bahan logam. Pada pembuatan bodi kendaraan bermotor secara masal, penggunaan spot welding akan meninggalkan bekas pada permukaan pelat sehingga diperlukan pengerjaan lanjut sebelum pelaksanaan proses

pengelasan. Hal ini merupakan pemborosan, sehingga diperlukan adanya penggunaan metode lain yang lebih efisien. Disamping itu, kebutuhan penggunaan interweld sealer untuk mencegah masuknya air dan pencegahan korosi di sisi dalam komponen bodi (inter-weld) yang tidak terlapis cat pada industri pembuatan bodi kendaraan bermotor mendo-rong dikembangkannya bahan metal-to-metal adhesives.

Bahan adhesif jenis ini dapat dibagi menjadi empat kelompok, yaitu :

- a. Thermoplastic adhesives, yaitu polyvinyl acetate (PVA), polyvinyl chloride (PVC), polyvinyl butyral, dan polyvinyl formal. PVA biasa digunakan sebagai emulsi pada air atau sebagai zat pelarut.
- b. Thermosetting adhesives, yaitu epoxy adhesives yang dikerjakan panas (satu komponen), ataupun jenis yang dikerjakan dingin (dua komponen). Epoxy adhesives dapat digunakan secara luas pada berbagai macam bahan dan menghasilkan ikatan dengan kekuatan tarik yang kuat. Kekurangannya adalah berkaitan dengan biaya operasional yang tinggi dan diperlukan permukaan benda kerja yang bersih sebelum adhesif jenis ini diaplikasikan.
- c. Elastomeric adhesives. Merupakan jenis adhesif yang berbasis karet sintetis, seperti polychloroprene atau nitrile rubber, kaduanya merupakan solvent-based adhesives yang dikerjakan dengan cara dioleskan atau disemprotkan ke permukaan benda kerja yang akan disatukan. Segera setelah zat pelarut menguap, kedua permukaan benda kerja disatukan dan dipress untuk memperoleh ikatan secara instan.
- d. PVC Plastisol adhesives. Merupakan bahan adhesif metal-to-metal yang paling populer digunakan saat ini. PVC terdiri atas copolymer dalam bentuk serbuk dengan tambahan penguat, stabiliser dan pigment. Plastisol dikerjakan secara panas agar berubah bentuk menjadi gel yang memiliki kekuatan ikatan fisik yang sangat baik. Kelebihan penggunaan adhesif jenis ini adalah sebagai berikut: (a) dihasilkan sambungan yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi dan tidak mudah mengelupas, (b) tidak diperlukan pembersihan permukaan benda kerja sebelum mengaplikasikan adhesif, (c) adhesif memiliki daya kelenturan yang baik meskipun pada temperatur rendah, dan tahan terhadap getaran, (d) tidak bereaksi dengan minyak, air, garam, dan zat kimia ringan lainnya, (e) temperatur dan waktu pemanasan yang berlebihan tidak terlalu mempengaruhi kualitas adhesif, dan (f) pengerjaan penyambungan benda kerja tidak memerlukan alat press, jig ataupun klem.

a. Aplikasi Sealer

Beberapa hal yang perlu diperhatikan:

- 1) Dalam aplikasi sealer gunakan sealer dari merk, menggunakan dari berbeda merk akan sulit mengering dan hasil yang tidak baik.
- 2) Sealer akan berkurang kualitasnya setelah berumur 6 bulan dari produksinya.
- 3) Simpan primer dan adhesive pada tempat yang kering
- 4) Jangan membuka tutup primer dan adhesive jika tidak digunakan
- 5) Apabila sealer dipasang pada bidang yang dicat, pastikan lapisan cat telah kering.
- 6) Apabila bodi akan dicat, lindungi sealer dari cat agar tidak merusak sealer itu sendiri karena bereaksi dengan zat lain. Pada kendaraan saat ini banyak digunakan aplikasi sealer pada bodi, karena tahan terhadap korosi, bisa berfungsi sebagai peredam, tidak terjadi perubahan bentuk bila dibanding dengan las.

Berikut ini contoh aplikasi sealer pada komponen bodi kendaraan yaitu engine hood (kap mesin):

Apabila kita melaksanakan penggantian komponen, biasanya tidak terdapat alur untuk sealer. Oleh karena itu kita harus bisa menentukan area yang memerlukan sealer dengan melihat pasangan panel yang akan kita ganti. Oleh sebab itu, pada saat perbaikan kendaraan yang mengalami kecelakaan body, sealer harus diaplikasikan pada panel penggantian. Dalam perbaikan bodi menggunakan sealer, terlebih dahulu Anda memperhatikan petunjuk manual dari kendaraan yang bersangkutan, dengan melihat lokasi atau area dimana bodi sealer akan digunakan. Selanjutnya, sisi yang berlawanan dari kendaraan (sisi samping) yang areanya sedang diperbaiki tersebut, dapat digunakan sebagai referensi (acuan)

Namun pada pintu beberapa jenis kendaraan yang menggunakan precuring sealer, akan terdapat bekas sealer lama, karena sealer berada didalam lapisan cat. Procuring sealer diaplikasikan langsung pada lembar metal sebelum dilakukan proses pengecatan electro deposited (ED), sehingga menyederhanakan aplikasi sealer.

Procuring ini dilakukan atau aplikasikan sebelum penggantian part, tetapi pada penggunaan sealer biasa harus diaplikasikan sesudah aplikasi top coat, untuk menjamin bahwa semua sudut dan kemudian diberi sealer.

Bodi sealer diaplikasi, setelah proses pengeringan dan pengamplasan surfacer dengan sempurna tetapi sebelum aplikasi top coat (pengecatan akhir). Membersihkan dan menghilangkan grease (degreasing) Top Coat Aplikasi Bodi Sealer Menajaman cartridge nozzle.

Berikut alur proses penggunaan sealer bodi kendaraan:

1. Mempersiapkan permukaan Membersihkan dan menghilangkan grease (degreasing) permukaan sealer harus dilakukan dengan cara yang sama pada saat aplikasi putty.
2. Menajamkan cartridge nozzle Cartridge nozzle perlu ditajamkan sekali agar menghasilkan bentuk sealer yang spesifik. Gunakanlah tang untuk meratakan kira-kira 10 mm dari ujung nozzle dan kemudian potong kira-kira 5 mm dari ujung.

Dianjurkan agar memiliki 2 tipe nozzle siap pakai satu yang berlubang kecil untuk aplikasi komponen-komponen yang sempit dan satu yang berlubang besar untuk aplikasi yang digunakan untuk aplikasi komponen ayng lebih besar.

Berikut bentuk dari potongan nozzle dan bentuk aplikasi sealer:

Bentuk potongan nozzle dan bentuk aplikasi sealer

b. Aplikasi Bodi Sealer

Pertama, tentukan dibagian mana anda akan berdiri, sebelum memulai aplikasi bodi sealer. Suatu titik yang memungkinkan Anda bisa aplikasi bodi sealer pada keseluruhan sisi panel sekali jalan, akan menghasilkan bentuk sealer yang seragam. Oleh sebab itu, carilah titik dari mana pekerjaan sealer dapat dilakukan tanpa harus berpindah.

Kelima, bentuk sealer yang diinginkan tidak akan diperoleh jika nozzle tidak ditempatkan pada sudut yang benar terhadap panel bodi. Oleh karena itu posisikan sealer gun dengan sudut tertentu (menyesuaikan dengan bentuk lubang juga), sehingga ujung nozzle tidak membekas pada sealer yang sudah keluar dari ujung nozzle tersebut. Jika terlalu miring

maka sealer tidak menempel kuat pada panel, dan bila terlalu mendekati tegak maka akan menggores sealer yang sudah keluar.

Berikut ini contoh sudut yang tepat agar hasilnya maksimal:

Pertanyaan dan diskusi:

1. Identifikasilah pemakaian paku keling pada kendaraan bus dan truck!
2. Apakah keunggulan dari sambungan menggunakan body sealer dibandingkan dengan sambungan las? Pada panel bodi bagian dalam (interior) banyak menggunakan push-on clips dari bahan plastik. Sebutkan macamnya dan karakter dari pemasangannya

KOMPETENSI PROFESIONAL

TEKNIK SEPEDA MOTOR (021)



BAB I

1. MEMELIHARA BATERAI

1.1. MENGIDENTIFIKASI KONSTRUKSI BATERAI

A. Deskripsi

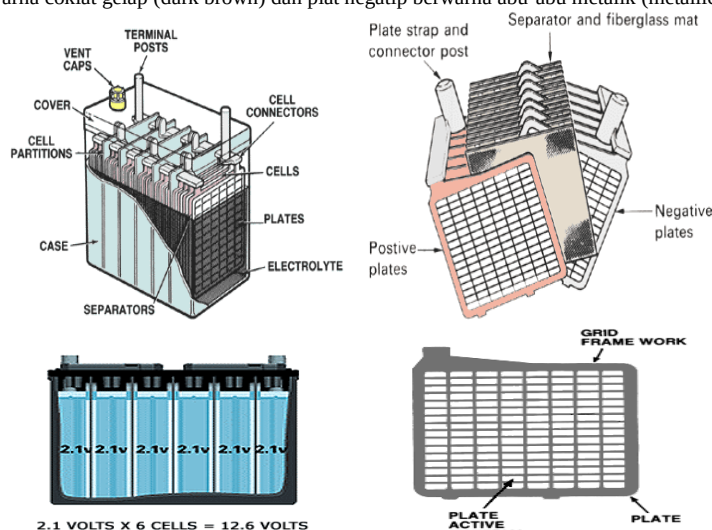
Modul ini Teknik Sepeda Motor ini diupayakan untuk memberi atau mengikngatkan akan Standar Kompoerensi, Kompetensi dasar yang harus dikuasai oleh Guru SMK Teknik Sepeda Motor, dimana buku ini diambil berdasarkan buku yang BSE yang dikarang olehJ alius Jama, dkk dan ditambah dengan buku lain. Penyusunan Modul ini disesuaikan dengan Kisi-kisi Soal UKA sertifikasi Guru SMK 2012

B. Kompetensi

Untuk mencapai Standar Kompetensi dan Kompetensi dasar, maka Guru peseerta PLPG diukur melalui kemampuan mencapai Indikator Esensial,

Baterai terdiri dari beberapa komponen antara lain: Kotak baterai, terminal baterai, elektrolit baterai, lubang elektrolit baterai, tutup baterai dan sel baterai. Dalam satu baterai terdiri dari beberapa sel baterai, tiap sel menghasilkan tegangan 2-2,2 V. Baterai 6 V terdiri dari 3 sel, dan baterai 12 V mempunyai 6 sel baterai yang dirangkai secara seri.

Tiap sel baterai mempunyai lubang untuk mengisi elektrolit baterai, lubang tersebut ditutup dengan tutup baterai, pada tutup terdapat lubang ventilasi yang digunakan untuk mengalirkan uap dari elektrolit baterai. Tiap sel baterai terdapat plat positif, saparator dan plat negatif, plat positif berwarna coklat gelap (dark brown) dan plat negatif berwarna abu-abu metalik (metallic gray).



Gambar 1 Konstruksi Baterai

1.1.1. MENJELASKAN BAGIAN BATERAI

Elektrolit Baterai

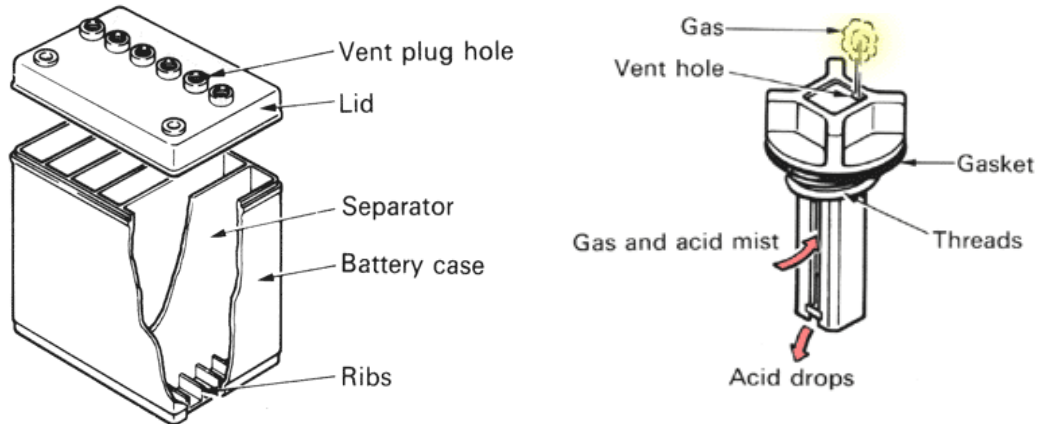
Elektrolit baterai merupakan campuran antara air suling (H_2O) dengan asam sulfat (SO_4), komposisi campuran adalah 64 % H_2O dan 36 % SO_4 . Dari campuran tersebut diperoleh elektrolit baterai dengan berat jenis 1,270.

Kotak Baterai

Wadah yang menampung elektrolit dan elemen baterai disebut kotak baterai. Ruangan didalamnya dibagi menjadi ruangan sesuai dengan jumlah selnya. Pada kotak baterai terdapat garis tanda upper level dan lower level , sebagai indicator jumlah elektrolit.

Sumbat Ventilasi

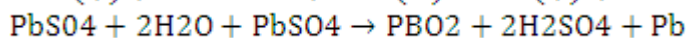
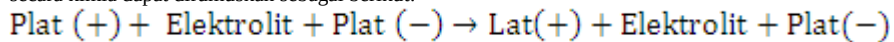
Sumbat ventilasi ialah tutup untuk lubang pengisian elektrolit. Sumbat ini juga berfungsi untuk memisahkan gas hidrogen (yang terbentuk saat pengisian) dan uap asam sulfat di dalam baterai dengan cara membiarkan gas hidrogen keluar lewat lubang ventilasi, sedangkan uap asam sulfat mengembun pada tepian ventilasi dan menetes kembali ke bawah.



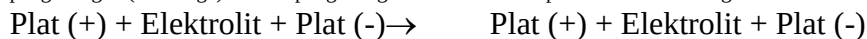
Gambar 2 Kotak dan sumbat baterai

Reaksi Kimia pada Baterai

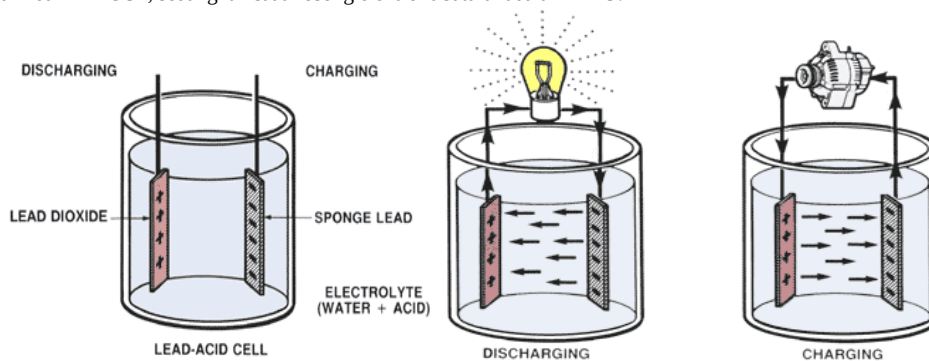
Baterai merupakan pembangkitan listrik secara kimia. Listrik dibangkitkan akibat reaksi kimia antara plat positif, elektrolit baterai dan plat negatif. Saat baterai dihubungkan dengan sumber listrik arus searah maka terjadi proses pengisian (charge). Proses tersebut secara kimia dapat dirumuskan sebagai berikut:



Saat sistem starter berfungsi maka energi listrik yang tersimpan di baterai akan mengalir ke beban, proses ini sering disebut proses pengosongan (discharge). Proses pengosongan secara kimia dapat dirumuskan sebagai berikut:



Dari reaksi kimia tersebut terdapat perbedaan elektrolit baterai saat kapasitas baterai penuh dan kosong, dimana saat baterai penuh elektrolit terdiri dari $2\text{H}_2\text{SO}_4$, sedangkan saat kosong elektrolit baterai adalah $2\text{H}_2\text{O}$.



Gambar 3 Proses pengisian dan pengosongan baterai

Rating Kapasitas Baterai

Energi yang tersimpan dalam baterai harus cukup kuat untuk starter, untuk itu baterai harus terisi penuh. Kapasitas baterai menunjukkan jumlah listrik yang disimpan baterai yang dapat dilepaskan sebagai sumber listrik. Kapasitas baterai dipengaruhi oleh ukuran

plat, jumlah plat, jumlah sel dan jumlah elektrolit baterai. Terdapat 3 ukuran yang sering menunjukkan kapasitas baterai, yaitu:

- 1) Cranking Current Ampere (CCA)
- 2) Reserve Capacity
- 3) Ampere Hour Capacity (AH)

Cranking Current Ampere (CCA)

Kapasitas baterai tergantung pada bahan plat yang bersinggungan dengan larutan elektrolit, bukan hanya jumlah plat tetapi besar ukuran (luas permukaan singgung) pada plat yang akan menentukan kapasitasnya. The Internasional standard memberikan nilai untuk kapasitas baterai dengan SAE Cranking Current atau Cold Cranking Current (CCA Cold Cranking Ampere). Nilai CCA dari suatu baterai adalah arus (dalam ampere) dari baterai yang diisi penuh sehingga dapat memberikan arus untuk 30 detik pada 18 derajat Celsius selama itu tetap menjaga tegangan setiap sel 1.2 volt atau lebih.

Reserve Capacity

Kapasitas layanan adalah banyaknya waktu dalam menit pada baterai yang diisi penuh dapat memberikan arus sebesar 25 ampere pada 27 derajat Celsius setelah sistim pengisian dilepas. Tegangan tidak boleh turun dibawah 1.75 volt per sel (10.5 volt total untuk baterai 12 volt).

REPLACEMENT BATTERIES USED ON TOYOTA VEHICLES

BCI GROUP* (DIMENSIONS)	TYPE (MONTHS)	PLATES (NUMBER)	RATINGS	
			CCA (AMPERES)	RC (MINUTES)
24, 24F (10-3/16L x 6-3/16W x 9H)	24	48	350	55
	36	54	400	60
	48	72	525	100
27, 27F (12L x 6-3/16W x 8-15/16H)	48	84	560	115

Gambar 4 Tabel Rating Baterai

Ampere Hour Capacity (AH)

Kapasitas baterai adalah banyaknya arus pada baterai yang diisi penuh dapat menyediakan arus selama 20 jam pada 27 derajat Celsius, tanpa penurunan tegangan tiap sel dibawah 1.75 volt. Sebagai contoh: Sebuah Baterai yang secara terus menerus mengalirkan 3 ampere untuk 20 jam dinilai memiliki 60 AH.

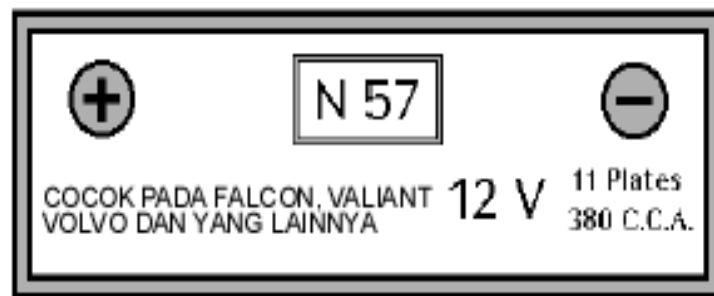
Rumus menentukan kapasitas baterai adalah:

$$AH = A \text{ (amper)} \times H \text{ (Jam)}$$

JIS mendefinisikan kapasitas baterai sebagai jumlah listrik yang dilepaskan sampai tegangan pengeluaran akhir menjadi 10,5 V dalam 5 jam. Sebagai contoh baterai dalam keadaan terisi penuh dikeluarkan muatannya secara terus menerus 10 A selama 5 jam sampai mencapai tegangan pengeluaran akhir (10,5 V). Maka kapasitas baterai ialah 50 AH (10 x 5 jam) 1 °C

Stiker Spesifikasi Baterai

Baterai otomotif yang baru memiliki striker yang ditempelkan untuk memberikan informasi tentang spesifikasi baterai tersebut, salah satu model stiker baterai seperti tampak dibawah ini



Gambar 5 Spesifikasi baterai

Pada stiker di gambar di atas menunjukkan nomer kode area yaitu N57. Baterai tersebut memiliki 11 plat per sel dengan nilai 380 Cold Cranking Ampere dan tegangan baterai yang dihasilkan adalah 12 volt.

1.1.2. MENGUJI BATERAI DENGAN PROSEDUR YANG BENAR

Keselamatan Kerja Saat Menguji Baterai

Sebelum melaksanakan pengujian tersebut perlu diperhatikan masalah keselamatan kerja. Hal-hal tersebut antara lain:

- 1) Baterai pada umumnya berukuran besar dan berisi larutan asam sulfat, oleh karena itu harus hati-hati jangan sampai cairan baterai mengenai pakaian, kulit maupun kendaraan.
- 2) Saat melepas baterai untuk menguji baterai perlu diperhatikan keamanan awal yang diperlukan untuk menghindari pemakai atau kerusakan alat elektronik akibat pelepasan baterai.
- 3) Gunakan alat pelindung atau alat pengaman, termasuk pemakaian alas kaki yang sesuai dan pelindung mata
- 4) Putuslah hubungan kabel baterai pada saat anda akan memperbaiki beberpa bagian dari suatu sistem rangkaian kelistrikan.
- 5) Lepas hubungan terminal baterai ke ground terlebih dahulu, karena bila melepas terminal positif akan kemungkinan terjadi hubungan pendek melalui kunci ke kodi kendaraan.
- 6) Ingatlah baterai mudah menimbulkan arus energi listrik pada tenggang tinggi, sehingga jam tangan logam perhiasan dan gelang sebaiknya tidak dikenakan pada saat anda bekerja dengan baterai.
- 7) Gas yang keluar dari bagian atas sel baterai selama proses pengisian dan pengosongan bersifat mudah meledak, jangan menyalakan korek atau merokok dekat lokasi pengisian baterai.
- 8) Sebelum menghubungkan pengisian baterai, kedua terminal baterai positif dan negatif harus dilepaskan dari sistem rangkaian elektronik.

- 9) Pada saat melakukan pengisian baterai, anda membutuhkan udara yang bersih dan ventilasi udara yang bebas dari bunga api atau kemungkinan terjadi kebakaran.
- 10) Apabila baterai anda memiliki lubang ventilasi pengaman jangan buka tutup penyumbatnya ketika melakukan proses pengisian, bila baterai anda tidak memiliki lubang pengaman, bukalah tutup penyumbatnya agar gas hidrogen yang dihasilkan pada saat proses pengisian dapat keluar.
- 11) Jangan melepas atau menghubungkan terminal baterai saat alat pengisian bekerja. ini akan menyebabkan munculnya bunga api dan menyalakan/membakar gas hidrogen yang ada dalam baterai.
- 12) Jangan meniup baterai dengan aliran udara, compresor udara dapat membuka tutup sel dan menyebarkan larutan elektrolit ke tubuh anda.
- 13) Untuk mencegah yang aman, jangan salah memasang posisi terminal baterai, ini akan membalik polarisasi dan mengakibatkan rusaknya alternator dan sistem elektronik yang mempergunakan semikonduktor.
- 14) Untuk pencegahan, jangan salah memasang posisi terminal baterai, ini akan membalik polarisasi arus yang akan merusak alternator dan sistem kelistrikan yang menggunakan semi konduktor

Pertolongan Pertama

Asam sulfat, merupakan bahan elektrolit aktif pada baterai, yang bersifat sangat korosif/merusak. Ini dapat menyebabkan kerusakan pada semua bahan yang dikenainya. Ini akan menyebabkan keracunan atau luka bakar yang serius bila terkena kulit, dapat juga menyebabkan kebutaan bila mengenai mata. Bila cairan asam baterai mengenai kulit anda:

- 1) Basuhlah kulit anda dengan air yang bersih
- 2) Basuhlah berulang-ulang kurang lebih 5 menit, ini akan melarutkan asam pada air tersebut.
- 3) Bila Cairan asam mengenai mata anda, basuhlah mata anda dengan air berulang-ulang, segera pergi ke dokter.
- 4) Larutan elektrolit juga berbahaya pada cat kendaraan, pada kasus lain larutan elektrolit dapat menetes ke cat, usaplah dengan air yang banyak.

Memeriksa dan Menguji Baterai

Baterai harus diperiksa secara periodik dan diuji kemampuannya. Terdapat 3 kelompok pemeriksaan dan pengujian baterai yang sering dilakukan, yaitu:

- 1) Pemeriksaan Visual
- 2) Pemeriksaan elektrolit dan kebocoran
- 3) Pengujian Beban

Pemeriksaan Visual Baterai

Pemeriksaan visual meliputi:

- 1) Kotak baterai:

Kotak baterai sering mengalami kerusakan yang dapat diidentifikasi secara visual, jenis kerusakan kotak baterai antara lain: kotak retak akibat benturan, mengembang akibat over charging, bocor akibat keretakan atau mengembang

- 2) Sel-sel baterai:

Sel baterai sering mengalami gangguan yaitu sell yang mengembang akibat over charging maupun mengkristal dan sel yang rontok karena getaran, kualitas yang kurang baik maupun usia baterai

3) Terminal baterai dan konektor kabel:

Terminal baterai dan konektor merupakan bagian baterai yang sering mengalami kerusakan, bentuk kerusakan paling banyak adalah korosi yang disebabkan oleh uap elektrolit baterai maupun panas akibat kenektor kendor atau kotor

4) Jumlah elektrolit

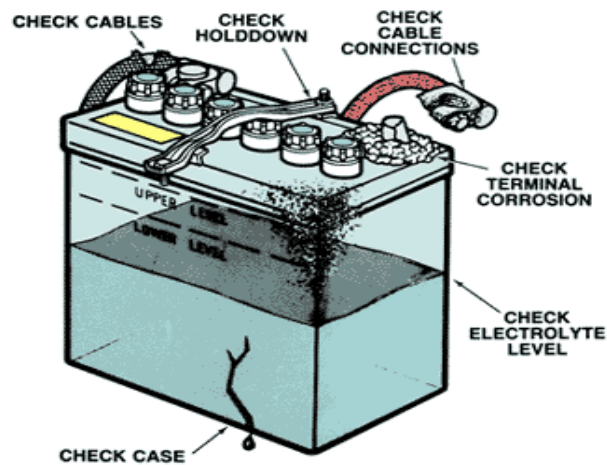
Jumlah elektrolit perlu diperiksa secara periodic. Bila pengisian berlebihan (over charging) maka elektrolit cepat berkurang karena penguapan berlebihan. Pemeriksaan jumlah elektrolit dapat dilakukan dengan cepat karena kotak dibuat dari plastic yang tembus pandang. Jumlah elektrolit harus berada diantara garis Upper Level dan Lower Level.

5) Kabel Baterai

Kabel baterai dialiri arus yang sangat besar, saat mesin distarter besar arus dapat mencapai 250-500 A, tergantung dari daya motor starter, dengan arus sebesar itu kabel akan panas. Panas pada kabel menyebabkan elastisitas kabel menurun, isolator muda pecah dan terkupas, hal ini terjadi terutama pada isolator dekat dengan terminal baterai.

6) Pemegang Baterai

Pemegang baterai harus dapat mengikat baterai dengan kuat agar guncangan baterai dapat dihindari, sehingga usia baterai dapat lebih lama. Gangguan pada pemegang baterai antara lain kendor akibat mur pengikat karat untuk itu lindungi mur dengan mengoleskan vaselin/ grease.



Gambar 6 Pemeriksaan bagian baterai secara visual

Pemeriksaan Elektrolit

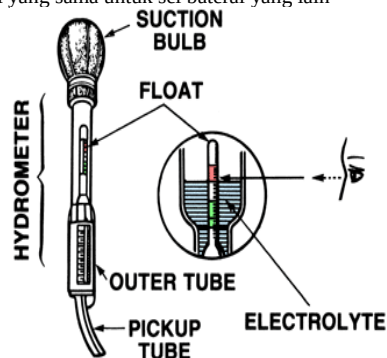
Jumlah elektrolit baterai harus selalu dikontrol, jumlah yang baik adalah diantara tanda batas Upper Level dengan Lower Level. Jumlah elektrolit yang kurang menyebabkan sel baterai cepat rusak, sedang jumlah elektrolit berlebihan menyebabkan tumpahnya elektrolit saat baterai panas akibat pengisian atau pengosongan berlebihan. Akibat proses penguapan saat pengisian memungkinkan jumlah elektrolit berkurang, untuk menambah jumlah elektrolit yang kurang cukup dengan menambah H₂O atau terjual dengan nama Air Accu.

Penyebab elektrolit cepat berkurang dapat disebabkan oleh overcharging, oleh karena bila berkurangnya elektrolit tidak wajar maka periksa dan setel arus pengisian. Keretakan baterai dapat pula menyebabkan elektrolit cepat berkurang, selain itu cairan elektrolit dapat mengenai bagian kendaraan, karena cairan bersifat korosif maka bagian kendaraan yang terkena elektrolit akan korosi.

Pemeriksaan berat jenis elektrolit baterai menggunakan alat hydrometer. Pemeriksaan berat jenis elektrolit baterai merupakan salah satu metode untuk mengetahui kapasitas baterai. Baterai penuh pada suhu 20 °C mempunyai Bj 1,27-1,28, dan baterai kosong mempunyai Bj 1,100 -1,130.

Langkah melakukan pengukuran elektrolit baterai adalah:

- 1) Lepas terminal baterai negatif
- 2) Lepas sumbat baterai dan tempatkan dalam wadah agar tidak tumpah
- 3) Masukkan thermometer pada lubang baterai
- 4) Masukkan ujung hydrometer ke dalam lubang baterai
- 5) Pompa hydrometer sampai elektrolit masuk ke dalam hydrometer dan pemberat terangkat
- 6) Tanpa mengangkat hydrometer baca berat jenis elektrolit baterai dan baca temperature elektrolit baterai
- 7) Catat hasil pembacaan, lakukan hal yang sama untuk sel baterai yang lain



Gambar 7 Memeriksa elektrolit

Berat jenis elektrolit berubah sebesar 0,0007 setiap perubahan 1 °C. Spesifikasi berat jenis normal ditentukan pada 20 °C, oleh karena itu saat pengukuran temperature elektrolit harus diamati. Rumus untuk mengkoreksi hasil pengukuran adalah:

$$S_{20^{\circ}\text{C}} = S_t + 0,0007 \times (t - 20)$$

$S_{20^{\circ}\text{C}}$: berat jenis pada temperature 20 °C

S_t : Nilai pengukuran berat jenis

t : Temperatur elektrolit saat pengukuran

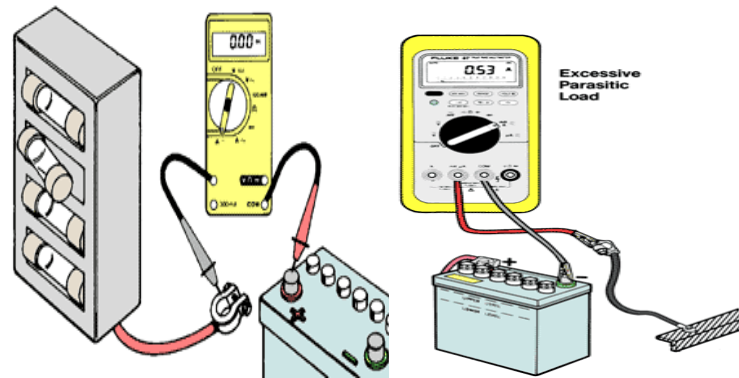
Tindakan yang harus dilakukan terkait hasil pengukuran elektrolit adalah sebagai berikut:

Tabel.1 Tindakan yang dilakukan berdasarkan hasil pengukuran BJ elektrolit

HASIL PENGUKURAN	TINDAKAN
1.280 Atau lebih	Tambahkan air suling agar berat jenis berkurang
1.220-1.270	Tidak Perlu Tindakan
1.210 atau kurang	Lakukan pengisian penuh, ukur berat jenis. Bila masih dibawah 1.210 ganti baterai.
Perbedaan antar sel kurang dari 0.040	Tidak perlu tindakan
Perbedaan berat jenis antar sel 0.040 atau lebih	Lakukan pengisian penuh, ukur berat jenis. Bila berat jenis antar sel melebihi 0.030, setel berat jenis. Bila tidak bisa dilakukan, ganti baterai

Kebocoran Arus

Adanya kebocoran arus listrik menyebabkan baterai mengalami pengosongan, sehingga bila kendaraan lama tidak digunakan maka energi listrik yang tersimpan pada baterai dapat berkurang cukup banyak sehingga mesin sulit dihidupkan.



Gambar 8 Pemeriksaan kebocoran arus

Langkah untuk memeriksa kebocoran arus listrik adalah sebagai berikut:

- 1) Matikan seluruh beban kelistrikan
- 2) Lepas kabel baterai negatif
- 3) Pasang amper meter dengan skala ukur 35 mA
- 4) Baca hasil pengukuran
- 5) Besar kebocoran arus tidak boleh melebihi 20 mA.

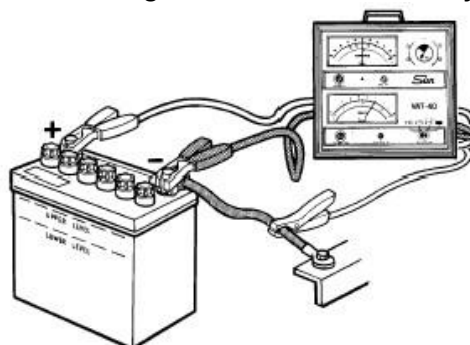
Besar arus tersebut disebabkan energi listrik yang digunakan untuk jam maupun memori ECU (Electronic Control Unit). Penyebab terjadi kebocoran arus karena adanya karat, kotoran, air pada terminal atau soket sehingga mampu mengalirkan listrik. Pengukuran dapat pula dilakukan pada kabel positif.

Kebocoran arus listrik dapat pula terjadi ke bodi baterai (Case drain) untuk memeriksa hal tersebut dapat dilakukan dengan cara:

Atur selector pada voltage, hubungkan kabel negatif multi meter ke negatif baterai dan positif volt meter ke bodi baterai. Penunjukan yang baik adalah 0 Volt, dan tegangan tidak boleh melebihi 0,5 V.

Pemeriksaan dengan test beban baterai

Pemeriksaan baterai dengan beban dilakukan Battery load tester. Pemeriksaan dilakukan dengan cara memberi beban baterai sebesar 200 A selama 15 detik. Bila tegangan baterai lebih dari 9,6 V berarti baterai masih baik, bila tegangan baterai 6,5V-9,6 V baterai perlu diisi beberapa saat, bila tegangan kurang dari 6,5 V ganti baterai karena kemungkinan ada sel baterai yang sudah rusak.



Gambar 9 Test dengan beban

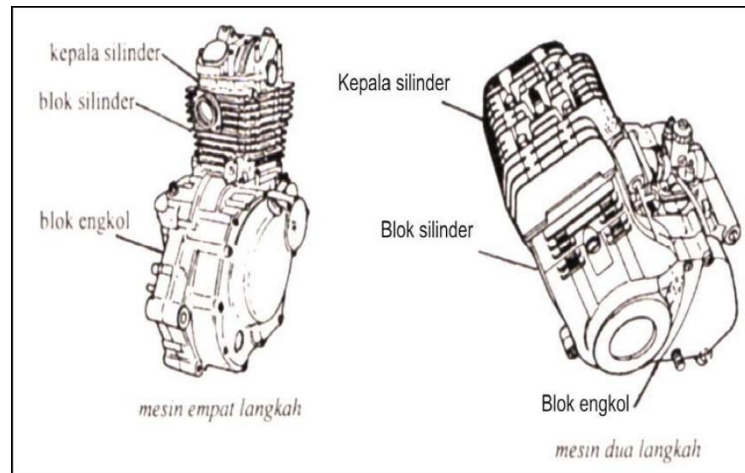
BAB 2 MELAKSANAKAN OVERHAUL KEPALA SILINDER

2.1. MERAKIT KOMPONEN KEPALA SILINDER

Komponen utama pada mesin sepeda motor yaitu:

1. Kepala silinder (cylinder head)
2. Blok silinder mesin (cylinder block)
3. Bak engkol mesin (crankcase)

Jadi, tiga bagian utama tersebut merupakan tulang punggung bagi kendaraan bermotor roda dua.



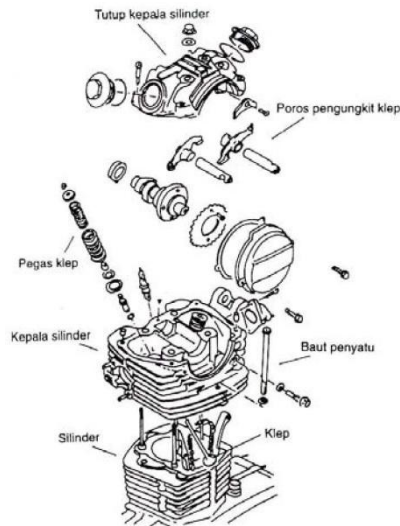
Gambar 10 Mesin sepeda motor empat dan dua langkah

Pada tahap pertama mempelajari mesin secara teori maupun praktek, terlebih dahulu diperlukan pengetahuan tentang nama-nama, lokasi dan fungsi dari komponen-komponennya.

2.1. MERAKIT KOMPONEN KEPALA SILINDER

1. Kepala Silinder (Cylinder Head)

Bagian paling atas dari konstruksi mesin sepeda motor adalah kepala silinder. Kepala silinder berfungsi sebagai penutup lubang silinder pada blok silinder dan tempat dudukan busi.

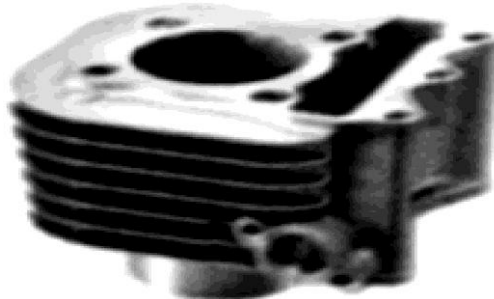


Gambar 11 Kepala silinder dan kelengkapannya

Kepala silinder bertumpu pada bagian atas blok silinder. Titik tumpunya disekat dengan gasket (paking) untuk menjaga agar tidak terjadi kebocoran kompresi, disamping itu agar permukaan metal kepala silinder dan permukaan bagian atas blok silinder tidak rusak. Kepala silinder biasanya dibuat dari bahan Aluminium campuran, supaya tahan karat juga tahan pada suhu tinggi serta ringan. Biasanya bagian luar konstruksi kepala silinder bersirip, ini untuk membantu melepaskan panas pada mesin berpendingin udara.

2. Blok Silinder Mesin

Silinder liner dan blok silinder merupakan dua bagian yang melekat satu sama lain. Daya sebuah motor biasanya dinyatakan oleh besarnya isi silinder suatu motor. Silinder liner terpasang erat pada blok, dan bahannya tidak sama. Silinder liner dibuat dari bahan yang tahan terhadap gesekan dan panas, sedangkan blok dibuat dari besi tuang yang tahan panas. Pada mulanya, ada yang merancang menjadi satu, sekarang sudah jarang ada. Sekarang dibuat terpisah berarti silinder liner dapat diganti bila keausannya sudah berlebihan. Bahannya dibuat dari besi tuang kelabu. Untuk motor-motor yang ringan seperti pada sepeda motor bahan ini dicampur dengan aluminium. Bahan blok dipilih agar memenuhi syarat-syarat pemakaian yaitu: Tahan terhadap suhu yang tinggi, dapat menghantarkan panas dengan baik, dan tahan terhadap gesekan.



Gambar 12 Blok Silinder

Blok silinder merupakan tempat bergerak piston. Tempat piston berada tepat di tengah blok silinder. Silinder liner piston ini dilapisi bahan khusus agar tidak cepat aus akibat gesekan. Meskipun telah mendapat pelumasan yang mencukupi tetapi keausan lubang silinder tetap tak dapat dihindari. Karenanya dalam jangka waktu yang lama keausan

tersebut pasti terjadi. Keausan lubang silinder bisa saja terjadi secara tidak merata sehingga dapat berupa keovalan atau ketirusan.

Masing-masing kerusakan tersebut harus diketahui untuk menentukan langkah perbaikannya.

Cara mengukur keausan silinder:

1. Lepaskan blok silinder
2. Lepaskan piston
3. Ukur diameter lubang silinder dengan "dial indikator" bagian yang diukur bagian atas, tengah dan bawah dari lubang silinder. Pengukuran dilakukan dua kali pada posisi menyilang.
4. Hitung besarnya keovalan dan ketirusan. Bandingkan dengan ketentuan pada buku manual servisnya. Jika besarnya keovalan dan ketirusan melebihi batas-batas yang diijinkan lubang silinder harus diover size. Tahapan over size adalah 0,25 mm, 0,50 mm, 0,75 mm dan 1,00 mm. Over size pertama seharusnya 0,25 mm dengan keausan di bawah 0,25 mm dan seterusnya. Jika silinder sudah tidak mungkin di over size maka penyelesaiannya adalah dengan diganti pelapis silindernya.

Tabel 1. Perbedaan kontruksi kepala silinder dan blok silinder dari mesin dua langkah dan empat langkah

Nama Bagian	Komponen Dan Kontruksi Mesin empat langkah	Komponen Dan Kontruksi Mesin dua langkah
Kepala Silinder	• Katup • Poros pengungkit (cam) atau nokn As • Ruang bakar • Dudukan busi • Lubang masuk (inlet port) • Lubang pembuangan (exhaust port)	• Ruang bakar • Dudukan busi
Blok Silinder	• Ruang silinder • Lubang saluran minyak pelumas • Lubang rantai penghubung	• Lubang silinder • Lubang masuk (inlet port) • Lubang pembilasan (transfer port) • Lubang pembuangan (exhaust port) Baut; Saluran masuk; Mur; Saluran gas buang; Blok silinder mesin 2 langkah

Kontruksi luar blok silinder dibuat seperti sirip, ini untuk melepaskan panas akibat kerja mesin. Dengan adanya sirip-sirip tersebut, akan terjadi pendinginan terhadap mesin karena udara bisa mengalir diantara sirip-sirip. Sirip juga memperluas bidang pendinginan, sehingga penyerapan panas lebih besar dan suhu motor tidak terlampau tinggi dan sesuai dengan temperatur kerja.

Persyaratan silinder yang baik adalah lobangnya bulat dan licin dari bawah ke atas, setiap dinding-dindingnya tidak terdapat goresan yang biasanya timbul dari pegas ring, pistonnya tidak longgar (tidak melebihi apa yang telah ditentukan), tidak retak ataupun pecah-pecah.

Perbedaan kontruksi dan komponen kepala silinder dan blok silinder mesin empat langkah dan mesin dua langkah ditunjukkan oleh tabel satu (tabel 1)

Ket:

- Lubang silinder adalah ruang tempat piston bergerak.

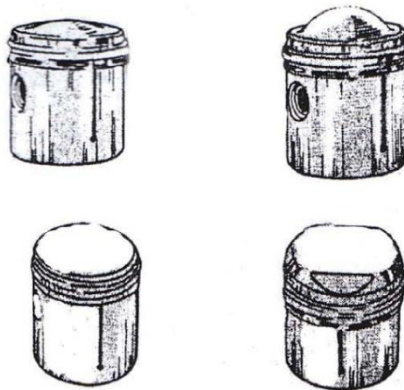
- Lubang pengisian (inlet port) adalah saluran bahan bakar dari karburator menuju poros engkol dibawah piston.
- Lubang pembilasan (transfer port) adalah tempat masuk bahan bakar menuju ruang silinder di atas kepala piston
- Lubang pembuangan (exhaust port) adalah lubang atau saluran untuk membuang gas sisa atau bekas pembakaran

2.1.1. MENJELASKAN FUNGSI PACKING/ PERAPAT KEPALA SILINDER

Piston

Piston mempunyai bentuk seperti silinder. Bekerja dan bergerak secara translasi (gerak bolak-balik) di dalam silinder. Piston merupakan sumbu geser yang terpasang presisi di dalam sebuah silinder. Dengan tujuan, baik untuk mengubah volume dari tabung, menekan fluida dalam silinder, membuka-tutup jalur aliran atau pun kombinasi semua itu. Piston terdorong sebagai akibat dari ekspansi tekanan sebagai hasil pembakaran. Piston selalu menerima temperatur dan tekanan yang tinggi, bergerak dengan kecepatan tinggi dan terus menerus. Gerakan langkah piston bisa 2400 kali atau lebih setiap menit. Jadi setiap detik piston bergerak 40 kali atau lebih di dalam silindernya. Temperatur yang diterima oleh piston berbeda-beda dan pengaruh panas juga berbeda dari permukaan ke permukaan lainnya. Sesungguhnya yang terjadi adalah pemuain udara panas sehingga tekanan tersebut mengandung tenaga yang sangat besar. Piston bergerak dari TMA ke TMB sebagai gerak lurus. Selanjutnya, piston kembali ke TMA membuang gas bekas. Gerakan turun naik piston ini berlangsung sangat cepat melayani proses motor yang terdiri dari langkah pengisian, kompresi, usaha dan pembuangan gas bekas.

Bagian atas piston pada mulanya dibuat rata. Namun, untuk meningkatkan efisiensi motor, terutama pada mesin dua langkah, permukaan piston dibuat cembung simetris dan cembung tetapi tidak simetris. Bentuk permukaan yang cembung gunanya untuk menyempurnakan pembilasan campuran udara bahan bakar. Sekaligus, permukaan atas piston juga dirancang untuk melancarkan pembuangan gas sisa pembakaran.



Gambar 13 Macam-macam bentuk kepala piston

Piston dibuat dari campuran aluminium karena bahan ini dianggap ringan tetapi cukup memenuhi syarat-syarat :

1. Tahan terhadap temperatur tinggi.
2. Sanggup menahan tekanan yang bekerja padanya.
3. Mudah menghantarkan panas pada bagian sekitarnya
4. Ringan dan kuat.

Piston terdiri dari piston, ring piston dan batang piston. Setiap piston dilengkapi lebih dari satu buah ring piston. Ring tersebut terpasang longgar pada alur ring. ring piston dibedakan atas dua macam yaitu:

1. Ring Kompresi, jumlahnya satu, atau dua dan untuk motor-motor yang lebih besar lebih dari dua. Fungsinya untuk merapatkan antara piston dengan dinding silinder sehingga tidak terjadi kebocoran pada waktu kompresi.
2. Ring oli, dipasang pada deretan bagian bawah dan bentuknya sedemikian rupa sehingga dengan mudah membawa minyak pelumas untuk melumasi dinding silinder

Ring piston mesin dua langkah sedikit berbeda dengan ring piston mesin empat langkah. Ring piston mesin dua langkah biasanya hanya 2 buah, yang keduanya berfungsi sebagai ring kompresi. Pemasangan ring piston dapat dilakukan tanpa alat bantu tetapi harus hati-hati karena ring piston mudah patah. Kerusakan-kerusakan yang terjadi pada ring piston dua langkah dapat berakibat:

1. Dinding silinder bagian dalam cepat aus
2. Mesin tidak stasioner
3. Suara mesin pincang
4. Tenaga mesin kurang
5. Mesin sulit dihidupkan
6. Kompresi mesin lemah

Cincin piston

Pada motor dua langkah pemasangan ring piston harus tepat pada spi yang terdapat pada alur ring piston. Spi pada ring piston harus masuk pada lekukan di dalam alur pistonnya. Spi (pen) tersebut berfungsi untuk mengunci ring piston agar tidak mudah bergeser ke kiri atau ke kanan. Berbeda dengan ring piston mesin empat langkah di mana ring tidak dikunci dengan spi. Bergesernya ring piston mesin empat langkah tidak begitu berbahaya tetapi pada mesin dua langkah ring dapat menyangkut di lubang bilas atau lubang buang sehingga ring dapat patah.

Sebelum piston dipasang ke dalam silinder, ring piston harus dipasang terlebih dahulu. Pemasangan ring piston yang baik dan benar adalah dengan memperhatikan tanda-tanda yang ada. Ring piston pertama harus dipasang di bagian paling atas. Biasanya pada permukaan ring piston sudah ada nomornya. Tulisan dan angka pada permukaan ring piston harus ada di bagian atas atau dapat dibaca dari atas. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah penempatan sambungan ring pistonnya. Sambungan ring piston (celah) tidak boleh segaris, artinya jika ada tiga ring piston maka jarak antar sambungan ring piston harus sama yaitu 120°. Jika ada dua ring piston jarak antar sambungannya adalah 180°. Di samping itu sambungan ring piston tidak boleh segaris dengan pena pistonnya. Kesemua ini untuk mencegah kebocoran kompresi. Untuk pemasangan ring piston sepeda motor dua langkah, spi pada ring piston harus masuk pada lekukan di dalam alur pistonnya.

Ring piston dipasang pada piston untuk menyekat gas diatas piston agar proses kompresi dan ekspansi dapat berlangsung dengan sebaik-baiknya, karena saat proses tersebut ruang silinder di atas piston harus betul-betul tertutup rapat, ring piston ini juga membantu mendinginkan piston, dengan cara menyalurkan sejumlah panas dari piston ke dinding silinder.

Fungsi ring piston adalah untuk mempertahankan kerapatan antara piston dengan dinding silinder agar tidak ada kebocoran gas dari ruang bakar ke dalam bak mesin. Oleh

karena itu, ring piston harus mempunyai kepegasan yang kuat dalam penekanan ke dinding silinder.

Piston bersama-sama dengan ring piston berfungsi sebagai berikut:

1. Mengisap dan mengkompresi muatan segar di dalam silinder
2. Mengubah tenaga gas (selama ekspansi) menjadi usaha mekanis
3. Menyekat hubungan gas di atas dan di bawah piston

Pada pemasangan piston kita mengenal adanya pena piston. Pena piston berfungsi untuk mengikat piston terhadap batang piston. Selain itu, pena piston juga berfungsi sebagai pemindah tenaga dari piston ke batang piston agar gerak bolak-balik dari piston dapat diubah menjadi gerak berputar pada poros engkol. Walaupun ringan bentuknya tetapi pena piston dibuat dari bahan baja paduan yang bermutu tinggi agar tahan terhadap beban yang sangat besar.

Bagian lain dari piston yaitu batang piston sering juga disebut dengan setang piston, ia berfungsi menghubungkan piston dengan poros engkol. Jadi batang piston meneruskan gerakan piston ke poros engkol. Dimana gerak bolak-balik piston dalam ruang silinder diteruskan oleh batang piston menjadi gerak putaran (rotary) pada poros engkol. Ini berarti jika piston bergerak naik turun, poros engkol akan berputar.

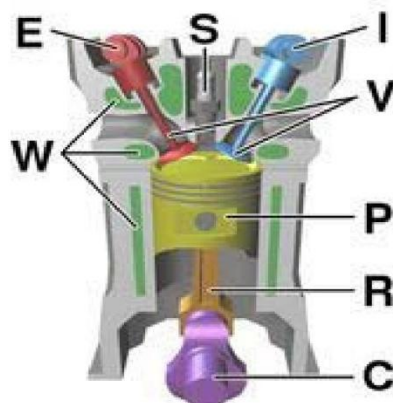
Ujung sebelah atas di mana ada pena piston dinamakan ujung kecil batang piston dan ujung bagian bawahnya disebut ujung besar. Di ujung kecil batang piston ada yang dilengkapi dengan memakai bantalan peluru dan dilengkapi lagi dengan logam perunggu atau bush boaring (namanya dalam istilah di toko penjualan komponen kendaraan bermotor). Ujung besarnya dihubungkan dengan penyeimbang poros engkol melalui king pin dan bantalan peluru.

Pada umumnya panjang batang penggerak kira-kira sebesar dua kali langkah gerak torak. Batang piston dibuat dari bahan baja atau besi tuang.

2.1.2. MENGANALISA KONDISI KERATAAN KEPALA SILINDER

Piston pada sepeda motor dibedakan menjadi dua macam yaitu piston untuk sepeda motor empat langkah dan piston untuk sepeda motor dua langkah. Secara umum kedua bentuk piston tersebut tidak sama.

Piston sepeda motor empat langkah mempunyai alur untuk ring oli sehingga jumlah alurnya tiga buah atau lebih. Pada alur ring piston sepeda motor empat langkah tidak ada lekukan. Untuk lebih jelasnya kita lihat gambar piston dan komponen lainnya dari mesin empat langkah berikut ini:



Gambar 14 Komponen dari mesin empat langkah, DOHC piston engine. (E) Exhaust camshaft, (I) Intake camshaft, (S) busi, (V) Valves (katup), (P) Piston, (R) Connecting rod, (C) Crankshaft, (W) selubung air untuk arus pendingin.

Piston untuk sepeda motor dua langkah biasanya tidak mempunyai alur untuk ring oli sehingga jumlah alur pada piston sepeda motor dua langkah biasanya hanya dua. Pada sisi piston di dalam alurnya terdapat lekukan untuk menjamin agar ring piston tidak bergeser memutar setelah dipasang. Piston dua langkah berlubang pada sisinya. Fungsi lubang tersebut untuk mengalirkan gas baru ke dalam ruang engkol.

Piston yang digunakan untuk keperluan sepeda motor berbeda dengan yang digunakan untuk kendaraan roda empat. Piston untuk sepeda motor mempunyai ukuran khusus yang sudah ditentukan, ukuran piston disebut STD (standar) merupakan ukuran yang pokok dari pabrik pembuatnya, merupakan ukuran yang masih asli dan belum pernah mengalami perubahan. Jadi dilihat dari ukurannya maka ada dua ukuran piston yaitu ukuran standar dan ukuran piston over size. Piston standar digunakan pada silinder mesin standar sedangkan piston over size digunakan pada silinder yang sudah over size. Yang dimaksud dengan over size adalah perluasan diameter silinder. Diperluasnya diameter silinder tersebut karena keausan dinding silinder. Ukuran-ukuran piston untuk keperluan sepeda motor antara lain adalah:

- + STD = Piston yang masih asli/baru
- Ukuran + 0,25 mm = Piston over size 25
- Ukuran 0,25 mm - Ukuran 0,50 mm - Ukuran 0,75 mm - Ukuran 1,0 mm

Pemasangan piston ke dalam silindernya harus memperhatikan tanda-tanda yang ada. Tanda yang ada biasanya berupa anak panah. Anak panah tersebut harus menghadap ke saluran buang (knalpot), jika pemasangan piston terbalik maka akibatnya sangat fatal yaitu keausan yang terjadi antara dinding silinder dengan sisi pistonnya menjadi sangat besar. Tanda lain yang harus diperhatikan adalah apabila kita hendak mengganti piston, jika pada permukaan kepala piston tertulis angka tertentu, angka tersebut menunjukkan bahwa diameter silinder sepeda motor sudah mengalami over size. Piston pengganti harus sesuai dengan ukuran silindernya atau sama dengan piston yang diganti.

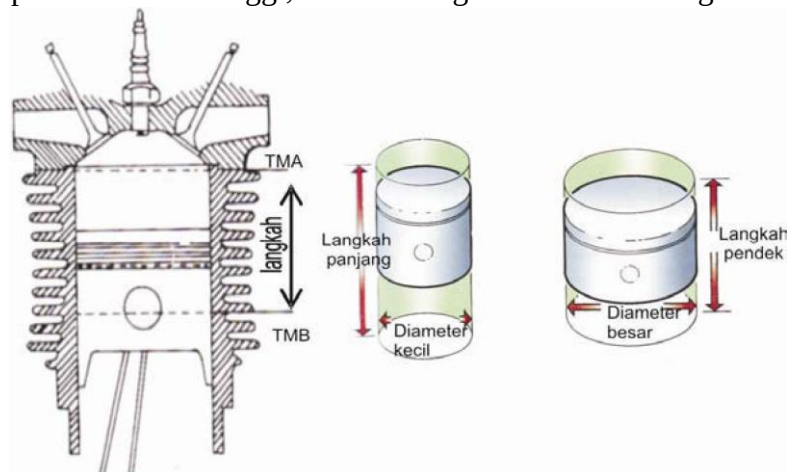
Dalam perawatannya piston perlu di servis, tahapan perlakuannya adalah:

1. Piston dilepaskan dari dudukannya
2. Rendam piston dalam cairan pembersih bersama-sama dengan batang piston, lalu keringkan.
3. Bersihkan kotoran arang pada alur ring piston.
4. Amati alur ring piston kemungkinan aus. Keausan terbesar biasanya terjadi pada alur ring kompresi.
5. Periksa kebebasan alur ring piston dengan feeler gauge. Alur ring piston dapat diperbaiki dengan memotong alur lebih besar dan memasang ring baja di sisi atas.
6. Periksa apakah terjadi keretakan pada piston. Keretakan piston sekecil apapun harus diganti.
7. Lepas pen piston. Sebelum pen piston dilepas beri tanda sehingga mudah dipasang kembali seperti posisi semula.
8. Bila pen piston tipe apungan, lepas ring pengunci sehingga pen mudah dikeluarkan. Hati-hati waktu melepas ring, jangan sampai rusak. Umumnya mesin saat ini menggunakan pen yang dapat bergerak dalam piston dan dipres pada batang piston.
9. Setelah pemeriksaan terhadap pen piston selesai pasang kembali seperti semula. Karena kebebasan pen terhadap pistonnya sangat kecil yaitu antara 0,005 sampai 0,0127 mm untuk piston dari aluminium maka perlu pemasangan dengan teliti. Kebebasan pada batang piston yang menggunakan bantalan sedikit lebar besar yaitu sekitar 0,0127 mm.

Gerakan Langkah Piston

Untuk menjamin agar mesin tetap beroperasi, piston harus selalu bergerak secara berkesinambungan, gerakan piston akan berhenti di TMA (Titik Mati Atas) atau di TMB (Titik Mati Bawah). Kedua titik ini disebut dead center. Ketika piston bergerak keatas, dari TMB ke TMA, atau bergerak turun dari TMA ke TMB, satu kali gerak tunggal dari piston dinamakan "langkah", jarak pergerakan piston ini diukur dengan satuan mm.

Untuk menghasilkan tenaga yang lebih, dilakukan penelitian terhadap hubungan antara panjang langkah dengan ukuran diameter piston. Susunan dari panjang langkah dan diameter piston ditunjukkan oleh gambar 2.10. Mesin langkah pendek dapat membuat kecepatan lari lebih tinggi, dan memungkinkan untuk tenaga lebih tinggi juga.



Gambar 15 Langkah piston dan diameter piston

Gerakan langkah piston dalam ruang silinder merupakan gerakan lurus atau linear. Untuk memanfaatkan gerakan linear itu, maka gerakan tersebut harus diubah menjadi gerakan berputar (rotary). Perubahan itu dilakukan oleh gerakan poros engkol.

Pada mesin siklus empat langkah, satu siklus terdiri dari empat kali langkah piston, dua ke atas dan dua kebawah. Siklus ini terjadi selama dua putaran poros engkol. Sedangkan pada mesin dua langkah, satu siklus terdapat dua langkah piston, satu ke atas dan satu ke bawah. Siklus ini terjadi selama satu putaran poros engkol.

Katup (Valve)

Katup digerakkan oleh mekanisme katup, yang terdiri atas: - Poros cam

- Batang penekan
- Pegas penutup
- Rol baut penyetel

Katup hanya terdapat pada motor empat langkah, sedangkan motor dua langkah umumnya tidak memakai katup. Katup pada motor empat langkah terpasang pada kepala silinder. Tugas katup untuk membuka dan menutup ruang bakar. Setiap silinder dilengkapi dengan dua jenis katup (isap dan buang) Pembukaan dan penutupan kedua katup ini diatur dengan sebuah poros yang disebut poros cam (camshaft). Sehingga silinder motor empat langkah memerlukan dua cam, yaitu cam katup masuk dan cam katup buang. Poros cam diputar oleh poros engkol melalui transmisi roda gigi atau rantai. Poros cam berputar dengan kecepatan setengah putaran poros engkol. Jadi, diameter roda gigi pada poros cam adalah dua kali diameter roda gigi pada poros engkol. Sebab itu lintasan pena engkol setengah kali lintasan poros cam.

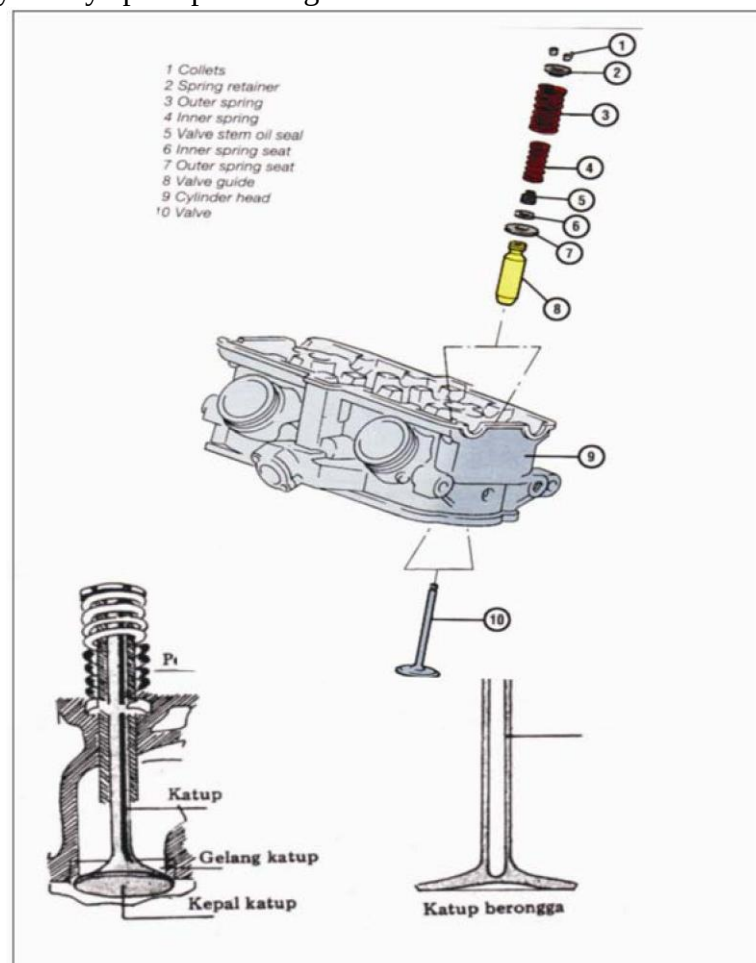
Katup dibuat dari bahan yang keras dan mudah menghantarkan panas. Katup menerima panas dan tekanan yang tinggi dan selalu bergerak naik dan turun, sehingga

memerlukan kekuatan yang tinggi. Selain itu hendaknya katup tahan terhadap panas dan gesekan.

Fungsi katup sebenarnya untuk memutuskan dan menghubungkan ruang silinder di atas piston dengan udara luar pada saat yang dibutuhkan. Karena proses pembakaran gas dalam silinder mesin harus berlangsung dalam ruang bakar yang tertutup rapat. Jika sampai terjadi kebocoran gas meski sedikit, maka proses pembakaran akan terganggu. Oleh karenanya katup-katup harus tertutup rapat pada saat pembakaran gas berlangsung.

Katup masuk dan katup buang berbentuk cendawan (mushroom) dan di sebut “poppet valve”. Katup masuk menerima panas pembakaran, dengan demikian katup mengalami pemuaian yang tidak merata yang akan berakibat dapat mengurangi efektivitas kerapatan pada kedudukan katup. Untuk meningkatkan efisiensi biasanya lubang pemasukan dibuat sebesar mungkin. Sementara itu katup buang juga menerima tekanan panas, tekanan panas yang diterima lebih tinggi, hal ini akan mengurangi efektivitas kerapatan juga, sehingga akibatnya pada kedudukan katup mudah terjadi keausan. Untuk menghindari hal tersebut, kelonggaran (clearance) antara stem katup dan kepala stem dibuat lebih besar.

Untuk membedakan katup masuk dengan katup buang dapat dilihat pada diameter keduanya, diameter katup masuk umumnya lebih besar dari pada katup buang. Dari berbagai penampang katup yang digambarkan mari kita lihat gambar katup pada gambar 2.11 berikut ini, disana diperlihatkan dimana katup terpasang, dan komponen lain yang menyertainya pada pemasangan.



Gambar 16 Katup dan komponen lain yang menyertainya waktu dipasang

Pegas katup

Rongga katup

Sebagaimana terlihat pada gambar bagian lain dari katup adalah kepala katup. Kepala katup mempunyai peranan yang sangat penting, karena ia harus tetap bekerja baik, walaupun temperaturnya berubah-ubah. Bidang atas kepala katup ini disebut tameng. Bentuknya ada yang cekung dan ada yang cembung. Tameng cekung disebut tameng terompet dan biasanya dipakai sebagai katup masuk. Sedangkan tameng cembung dipakai sebagai katup buang karena kekuatannya yang lebih tinggi.

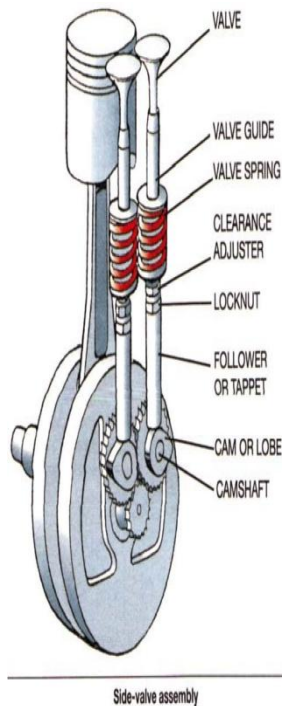
Pada katup juga terpasang pegas-pegas. Pegas-pegas katup ditugaskan untuk menutup katup sesuai dengan gerak tuas ungkit menjauhi ujung batang katup.

Inovasi Penempatan Katup

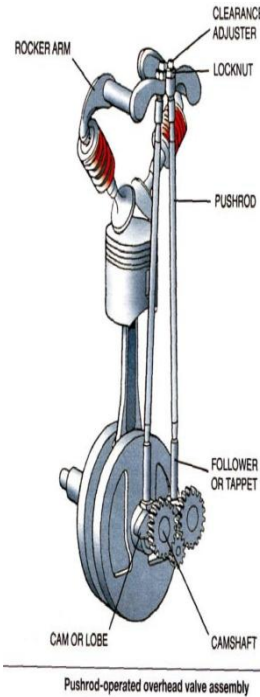
Berbagai jenis katup dapat pula dibedakan dari cara penempatannya pada kepala silinder. Inovasi mesin sepeda motor dilakukan untuk mengantisipasi kecepatan tinggi, penambahan tenaga output dan upaya konstruksi seringan mungkin. Ada tiga macam inovasi katup dari segi penempatannya, yaitu Katup Samping (Side-Valve), Overhead-Valve (OHV) dan Single Overhead Camshaft (SOHC).

Katup samping (SV) merupakan konstruksi yang paling sederhana dan ringan dan mekanis penggerakannya ditempatkan di samping katup. Model ini dianggap yang paling tua dan kurang mampu melayani putaran tinggi. Oleh karena itu, model ini dimodifikasi menjadi model OHV. Katup jenis ini memiliki batang katup yang lebih panjang karena digerakkan oleh poros cam yang terletak sejajar dengan poros engkol. Gerakan poros cam dipandu oleh pipa yang terpasang kuat pada blok silinder. Jenis yang ketiga (SOHC) dirancang untuk membuat komponen sistem katup lebih ringan. Batang katup digerakkan bukan oleh poros cam, yang dianggap membuat komponen lebih berat, tetapi melalui roda gigi. Bahkan, pada inovasi terbaru ada pula yang digerakkan oleh rantai (cam chain). Inovasi terakhir ini disebut Double Overhead Camshaft (DOHC).

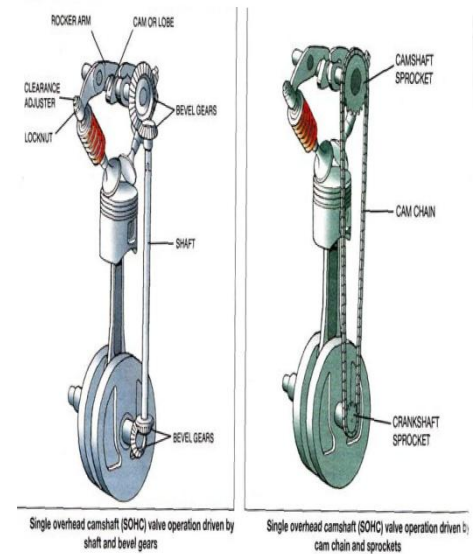
Berikut gambar dari masing-masing inovasi penempatan katup pada sepeda motor:



Gambar 17 Penempatan katup disamping



Gambar 18 Penempatan katup overhead



Gambar 19 Penempatan dari SOHC

Jenis-jenis Inovasi Kepala Silinder

- SV (side valve)

Tipe ini cocok untuk mesin dengan putaran rendah, biasanya dipakai di mesin industri.

- OHV (overhead valve assembly)

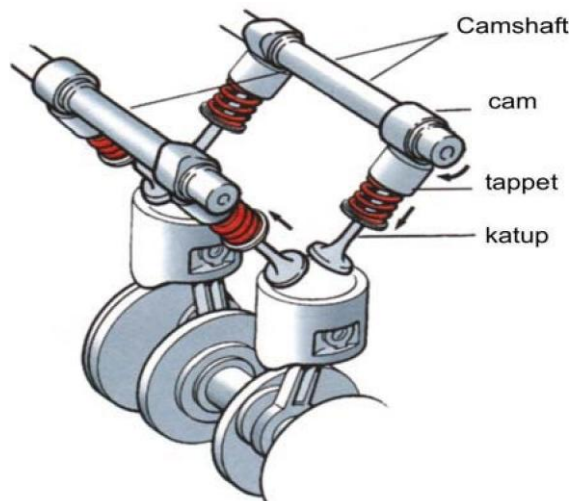
Tipe ini ruang kompresinya lebih kecil, sehingga dapat menghasilkan perbandingan kompresi yang tinggi dan tenaga mesin menjadi lebih besar.

- SOHC (single over head camshaft)

Tipe ini batang penekan tidak ada, sehingga gerakan balik dapat dinetralkan. Posisi cam berada di atas silinder yaitu ditengahnya, cam digerakkan oleh rantai penggerak yang langsung memutar cam sehingga cam menekan rocker arm

- DOHC (double over head camshaft)

Pada tipe ini ada yang memakai rocker arm ada juga yang tidak ada. Klep masuk dan klep buang dioperasikan tersendiri oleh dua buah cam. Tipe DOHC yang memakai rocker arm alasannya untuk mempermudah penyetelan kelonggaran klep dan merubah langkah buka klep. Tipe ini perawatannya rumit biaya pembuatannya tinggi dan mesin lebih berat. Biasanya dipakai pada mesin-mesin sport kecepatan tinggi



Gambar 20 Penempatan katup DOHC

Kerenggangan Katup

Tekanan kompresi di dalam ruang bakar sangat dipengaruhi oleh penyetelan celah katup. Jika celah katup lebih kecil dari standar berarti katup cepat membuka dan lebih lama menutup, pembukaan yang lebih lama membuat gas lebih banyak masuk. Akibatnya bensin lebih boros dan akibat dari keterlambatan katup menutup adalah tekanan kompresi menjadi bocor karena pada saat terjadi langkah kompresi (saat piston bergerak dari bawah keatas), katup belum menutup padahal seharusnya pada saat itu katup harus menutup rapat hal ini mengakibatkan tenaga mesin berkurang. Mesin tidak bisa stasioner, dan sulit dihidupkan, selain itu akibat celah katup terlalu sempit dapat terjadi ledakan pada karburator.

Selanjutnya apabila celah katup lebih besar dari standar berarti katup terlambat membuka dan cepat menutup. Apabila hal ini terjadi pada katup masuk maka pemasukan campuran bahan bakar udara berlangsung cepat sehingga jumlah campuran yang masuk sedikit. Tekanan kompresi menjadi rendah karena jumlah campuran bensin dan udara yang dikompresikan sedikit. Jika tekanan kompresi rendah maka akan berakibat tenaga motor menjadi berkurang. Akibat selanjutnya adalah mesin sulit dihidupkan. Setelah hidup maka suara mesinpun berisik sekali. Karena pemasukan gasnya kurang, mesin akan tersendat-sendat pada putaran tinggi. Sementara itu mesin tidak dapat berputar stasioner. Itulah sebabnya celah katup harus disetel dengan tepat.

Biasanya besar kerenggangan celah katup masuk dan katup buang sekitar 0,04-0,07 mm.

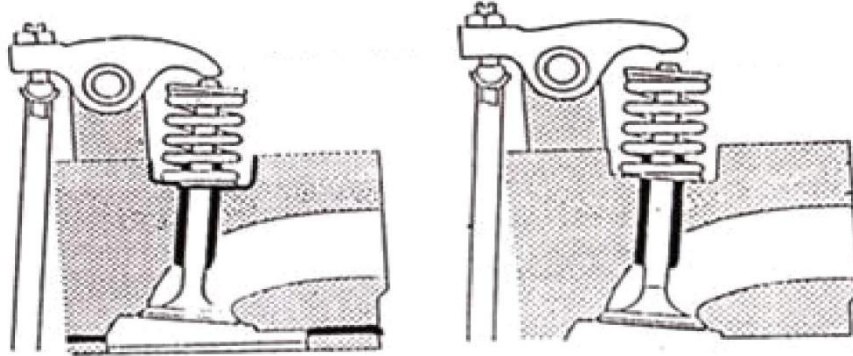
Pemeriksaan, penyetelan dan perawatan:

a. Penyetelan celah katup sepeda motor satu silinder

1. Kunci kontak OFF. Posisi piston pada top kompresi. Untuk memastikan bahwa posisi piston pada top kompresi, perhatikan bahwa pada saat ini tanda T pada rotor magnet tepat dengan tanda garis pada bodi sepeda motor, celah platina membuka dan kedua katup menutup.
2. Jika posisi piston belum tepat pada posisi top kompresi putar poros engkol dengan kunci. Agar memutarinya ringan maka lepas busi dari dudukannya.
3. Setel celah katup dengan feeler sesuai dengan ketentuan. Untuk menyetel celah katup, kendorkan mur dan masukkan feeler dengan ketebalan yang sesuai spesifikasi. Setelah itu putar baut penyetel dan keraskan mur pengunci sedemikian rupa sehingga feeler hanya dapat ditarik dengan sedikit tahanan (agak berat).

Setelah dikeraskan mur penguncinya, masukkan sekali lagi foler tersebut sebagai pengecekan apakah penyetelannya sudah tepat.

4. Setelah kedua katup disetel, pasang kembali bagian yang dilepas dan hidupkan motor untuk pengontrolan. Jika ternyata celah katup terlalu longgar maka akan timbul suara berisik dari arah kepala silinder. Jika celah katup terlalu sempit biasanya motor agak sulit dihidupkan.



Gambar 21 Celah terlalu besar Celah terlalu kecil

b. Penyetelan celah katup sepeda motor dua silinder

1. Kunci kontak OFF. Posisi piston silinder pertama pada top kompresi. Untuk memastikan bahwa posisi piston silinder pertama pada top kompresi, perhatikan bahwa pada saat ini tanda T pada rotor magnet tepat segaris dengan tanda garis pada bodi motor, celah platina membuka dan kedua katup silinder pertama menutup.
2. Jika posisi piston belum pada top kompresi, putar poros engkol dengan kunci. Agar memutarnya ringan, lepas terlebih dahulu busi dari dudukannya.
3. Setel kedua katup silinder pertama seperti cara menyetel katup pada sepeda motor satu silinder. Katup silinder yang satunya dapat disetel setelah poros engkol diputar satu kali putaran penuh dari kedudukannya.

Perhatikan

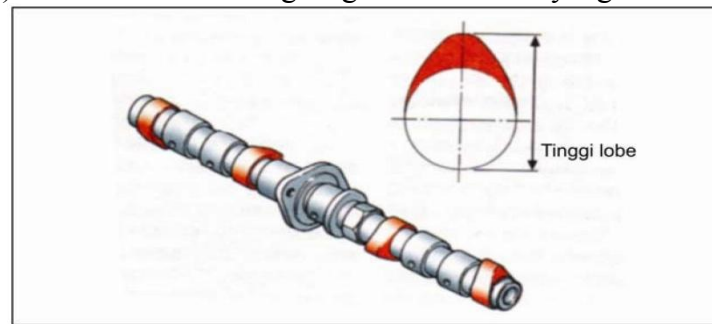
1. Jika baut penyetel diputar ke kanan searah putaran jarum jam maka celah katup menjadi sempit. Jika baut penyetel diputar ke kiri, berlawanan dengan arah putar jarum jam, celah katup menjadi longgar.
2. Pada saat mengeraskan mur pengunci baut penyetel harus ditahan agar celah katup tidak berubah.
3. Feeler yang sudah aus sekali atau bengkok sebaiknya tidak digunakan untuk menyetel celah katup.
4. Jangan mengeraskan mur pengunci terlalu keras karena akan menyulitkan untuk mengendorkannya kembali.
5. Untuk memudahkan penyetelan katup, lepas bagian-bagian yang mengganggu, seperti tangki bensin untuk jenis sepeda motor tertentu.

Chamshaft (Nokn As)

Camshaft adalah sebuah alat yang digunakan dalam mesin untuk menjalankan poppet valve. Dia terdiri dari batangan silinder. Cam membuka katup dengan menekannya, atau dengan mekanisme bantuan lainnya, ketika mereka berputar.

Hubungan antara perputaran camshaft dengan perputaran poros engkol sangat penting. Karena katup mengontrol aliran masukan bahan bakar dan pengeluarannya, mereka harus dibuka dan ditutup pada saat yang tepat selama langkah piston. Untuk

alasan ini, camshaft dihubungkan dengan crankshaft secara langsung (melalui mekanisme gear) atau secara tidak langsung melalui rantai yang disebut "rantai waktu".



Gambar 22 Camshaft

Dalam mesin dua langkah yang menggunakan sebuah camshaft, setiap valve membuka sekali untuk setiap rotasi crankshaft dalam mesin ini, camshaft berputar pada kecepatan yang sama dengan crankshaft.

Dalam mesin empat langkah katup-katup akan membuka setengah lebih sedikit, oleh karena itu dua putaran penuh crankshaft terjadi di setiap putaran camshaft.

Gesekan luncur antara bagian muka cam dengan follower tergantung kepada besarnya gesekan. Untuk mengurangi aus ini, cam dan follower mempunyai permukaan yang keras, dan minyak pelumas modern mengandung bahan yang secara khusus mengurangi gesekan luncur. Lobe (daun telinga) dari camshaft biasanya meruncing, mengakibatkan follower atau pengangkat katup berputar sedikit dalam setiap tekanan, dan membuat aus komponen. Biasanya bagian muka dari cam dan follower dirancang untuk aus bersamaan, jadi ketika salah satu telah aus maka keduanya harus diganti untuk mencegah aus yang berlebihan.

Rantai Cam Dan Peregangannya

Katup masuk dan katup buang pada sepeda motor membuka dan menutup sesuai dengan proses yang terjadi pada ruang bakar. Proses yang terjadi pada ruang bakar motor ditentukan oleh langkah piston di mana langkah piston tersebut ditentukan oleh putaran poros engkol. Sebaliknya putaran poros engkol dipengaruhi pula oleh proses yang terjadi dalam ruang bakar. Dengan demikian ada hubungan timbal-balik antara putaran poros engkol dan proses yang terjadi dalam ruang bakar

Agar pembukaan katup-katup sesuai dengan proses yang terjadi dalam ruang bakar maka mekanisme pembukaan dan penutupan katup-katup tersebut digerakkan oleh putaran poros engkol. Ada tiga macam mekanisme penggerak katup, yaitu dengan batang pendorong, roda gigi, dan rantai (rantai camshaft).

Rantai camshaft sepeda motor harus dipasang dengan tegangan yang cukup. Rantai camshaft yang terlalu tegang akan menimbulkan bunyi mendesing terutama pada putaran tinggi sedangkan rantai camshaft yang terlalu kendur akan menimbulkan suara berisik. Untuk menyetelnya harus diperhatikan terlebih dahulu mekanisme penyetelannya. Cara penyetelan rantai camshaft untuk setiap sepeda motor tidak sama.

Jika kekencangan rantai berubah-ubah, akan berpengaruh pada putaran mesin, valve timing atau saat pengapian akan berubah-ubah pula. Untuk menghasilkan setelan rantai yang standar, ada 3 tipe penyetelan rantai:

- Tipe penyetelan manual

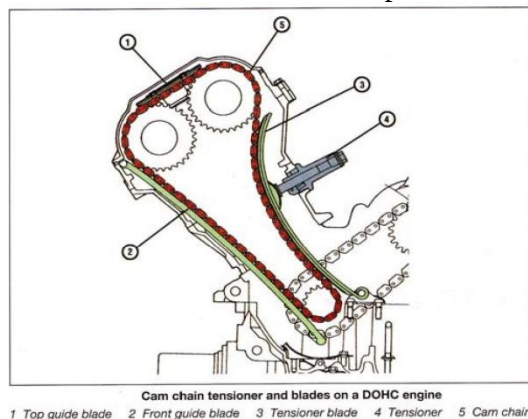
Tipe ini memerlukan penyetelan kekencangan secara berkala. Cara penyetelan dengan menekan batang penekan

- Tipe penyetelan otomatis

Jika rantai mengalami kekendoran, maka secara otomatis batang penekan akan menekan chain guide (karet), karena adanya per penekan. Karet akan melengkung, dan akan menekan rantai sehingga rantai mengalami ketegangan. Selanjutnya batang penekan yang berbentuk ratchet bergerak searah dan tidak dapat kembali

- Tipe semi otomatis

Ketegangan rantai secara otomatis menyetel sendiri, jika baut pengunci dilepas, sehingga batang penekan akan masuk kedalam karena tekanan per

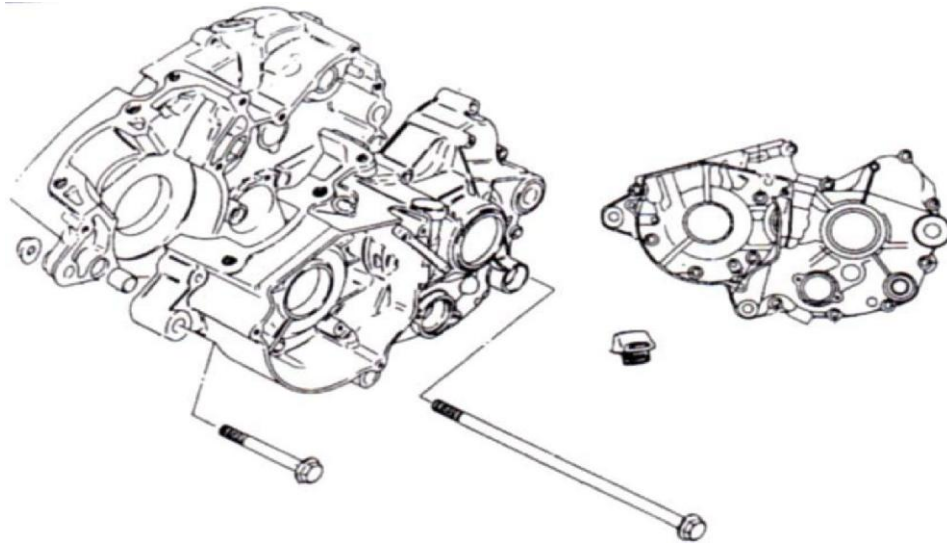


Gambar 23 Rantai camshaft

3. Bak engkol mesin (crankcase)

Crankcase (bak engkol) biasanya terbuat dari aluminium die casting dengan sedikit campuran logam. Bak engkol fungsinya sebagai rumah dari komponen yang ada di bagian dalamnya, yaitu komponen:

- Generator atau alternator untuk pembangkit daya tenaga listriknya sepeda motor
- Pompa oli
- Kopling
- Poros engkol dan bantalan peluru
- Gigi persneling atau gigi transmisi
- Sebagai penampung oli pelumas



Gambar 24 Bak engkol

Bak engkol terletak di bawah silinder dan biasanya merupakan bagian yang ditautkan pada rangka sepeda motor.

Poros Engkol (crankshaft)

Fungsi poros engkol adalah mengubah gerakan piston menjadi gerakan putar (mesin) dan meneruskan gaya kopel (momen gaya) yang dihasilkan motor ke alat pemindah tenaga sampai ke roda.

- Beban yang bekerja pada poros engkol adalah:
- Beban puntir (torsi)
- Beban lengkung (bengkok) - Beban sentrifugal

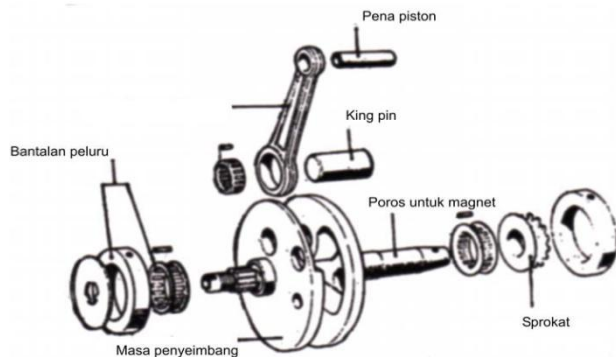


Gambar 25 Crankshaft dan piston

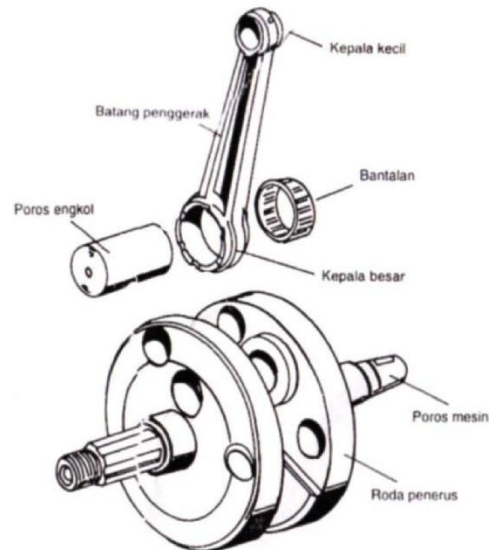
Poros engkol umumnya ditahan dengan bantalan luncur yang ditetapkan pada ruang engkol. Bantalan poros engkol biasa disebut bantalan utama.

Jenis poros engkol yang dipergunakan pada mesin sepeda motor adalah:

1. Jenis built up digunakan pada motor jenis kecil yang mempunyai jumlah silinder satu atau dua



Gambar 26 Poros Engkol tipe Built Up
Batang penggerak



Gambar 27 Poros Engkol tipe One Piece

2. Jenis "one piece", digunakan pada motor jenis besar yang mempunyai jumlah silinder banyak.

Untuk motor satu silinder pada poros engkolnya (biasanya dihadapan pena engkol) ditempatkan bobot kontra sebagai pengimbangan putaran engkol sewaktu piston mendapat tekanan kerja. Tetapi motor yang bersilinder banyak, pena engkolnya dipasang saling mengimbangi. Berat bobot kontra kira-kira sama dengan berat batang piston ditambah dengan berat engkol seluruhnya. Dengan demikian poros engkol itu dapat diseimbangkan, sehingga dapat berputar lebih rata dan getaran-getaran engkol menjadi hilang. Dengan adanya bobot kontra ini menyebabkan tekanan pada bantalan menjadi berkurang dan merata.

Poros engkol dan batang penggerak adalah untuk merubah gerak translasi piston menjadi gerak putar. Kedua bagian ini selalu menderita tegangan dan regangan yang sangat besar. Karena itu harus dibuat dari bahan yang khusus dan ukuran yang tepat. Dalam keadaan diam dan berputar poros engkol selalu setimbang (balance). Bagian permukaan bantalan dikeraskan dan harus licin untuk mengurangi keausan.

Poros engkol berputar dengan didukung oleh beberapa buah bantalan utama. Banyaknya bantalan tergantung dari jumlah silinder. Motor empat silinder mempunyai 3 bantalan dan motor enam silinder mempunyai 4 bantalan utama. Bantalan ini dibuat dari baja yang dicampur dengan babbitt atau ada juga dengan aluminium.

Batang penggerak dan poros engkol dibuat dari besi tuang. Pemasangan batang penggerak pada poros engkol dilapisi dengan memakai bantalan.

BAB 3

MELAKUKAN PERBAIKAN SISTEM BAHAN BAKAR SEPEDA MOTOR

3.1. MENDIAGNOSIS GANGGUAN PADA SISTEM BAHAN BAKAR SEPEDA MOTOR

1. 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).

2. 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 naphthane (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 (lambat) 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 prosentase udara. Sedangkan jika kurang dari angka tersebut disebut campuran kaya/gemuk.

3. 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

χ = Jumlah udara masuk

Jumlah syarat udara menurut teori

$\chi = \frac{\text{Jumlah udara masuk}}{\text{Jumlah syarat udara menurut teori}}$	
$\chi = 1$	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. Keadaan seperti ini; mesin memerlukan penambahan bensin hingga perbandingan campuran gemuk.
Mesin hidup pada suhu rendah (20 derajat C)	1:5	0,34	
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

Kondisi Operasional Mesin	Perkiraan Perbandingan Campuran Bensin dengan Udara	Lambda (x)	Keterangan
			campuran udara – bensin jadi gemuk.
Kecepatan Rendah. Putaran Idel	1 : 12 1 : 11 – 131	0,88 0,75	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. Bila campuran udara-bensin digemukkan pada karburator maka hampir semua udara yang masuk ke dalam silinder dapat terbakar.
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.

4. SISTEM BAHAN BAKAR KONVENSIONAL (KARBURATOR)

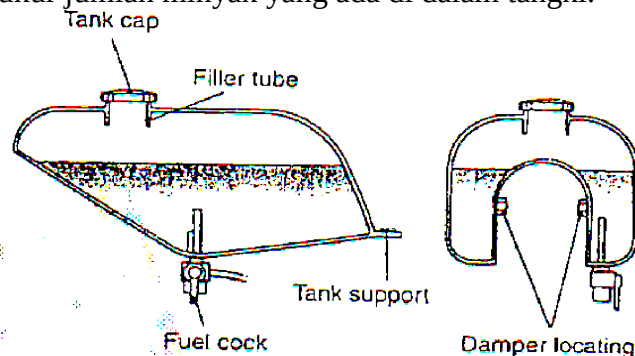
Sistem bahan bakar konvensional merupakan sistem bahan bakar yang menggunakan karburator untuk melakukan proses pencampuran bensin dengan udara sebelum disalurkan ke ruang bakar. Sebagian besar sepeda motor saat ini masih menggunakan sistem ini. Komponen utama dari sistem bahan bakar terdiri dari: tangki dan karburator. Sepeda mesin yang menggunakan sistem bahan bakar konvensional umumnya tidak dilengkapi dengan pompa bensin karena sistem penyalurannya 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.



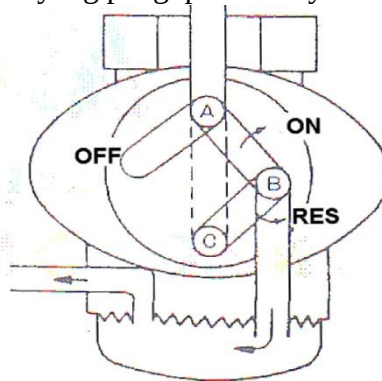
Gambar 28 Contoh struktur tangki sepeda motor

Struktur tangki terdiri dari;

- 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.
- Filler tube; berfungsi menjaga melimpahnya bensin pada saat ada goncangan (jika kondisi panas, bensin akan memuai).
- 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 dilakukan secara manual.



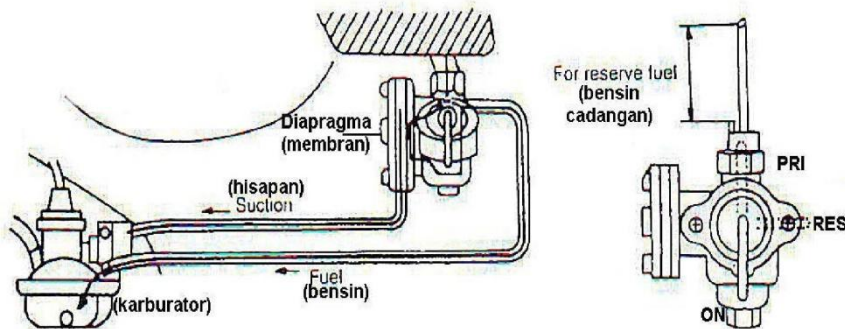
Gambar 29 Kran bensin tipe standar

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 diaphragma yang dapat digerakkan oleh hisapan

dari mesin. Pada saat mesin hidup, diaphragma 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 diaphragma dulu. Jika telah mengisi tangki bensin yang kosong, usahakan memutar kran bensin ke posisi ON.



Gambar 30 Kran bensin tipe vakum

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

1. 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:

- Mengatur perbandingan campuran antara udara dan bahan bakar.
- Mengubah campuran tersebut menjadi kabut.
- 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 karburator akan dibahas pada bagian selanjutnya.

a. Prinsip Kerja Karburator

Prinsip kerja karburator berdasarkan hukum-hukum fisika seperti: Kontinuitas dan Bernoulli. Apabila suatu fluida mengalir melalui suatu tabung, maka banyaknya fluida atau debit aliran (Q) adalah $Q = A \cdot V = \text{Konstan}$

Dimana: Q = Debit aliran (m³/detik)

A = Luas penampang tabung (m²)

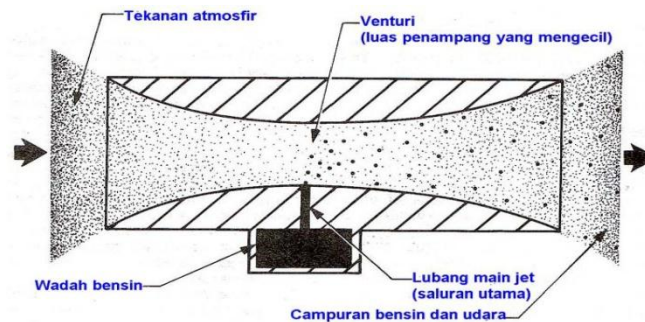
V = Kecepatan aliran (m/detik)

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 31 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.

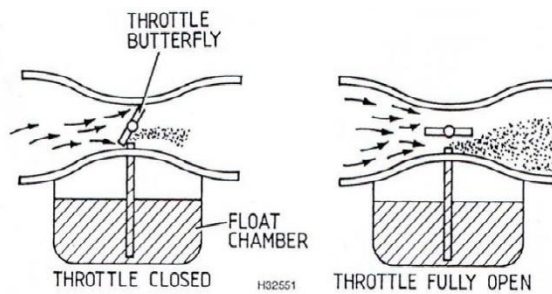
b. Tipe Karburator

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

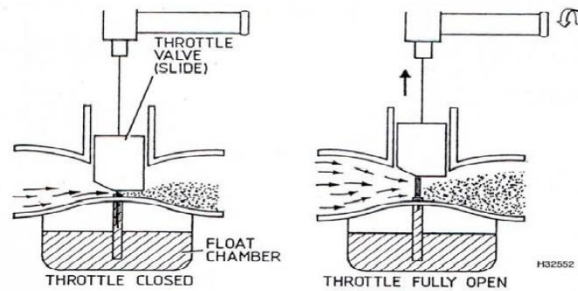
1) Karburator dengan venturi tetap (fixed venturi)

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 32 Karburator dengan venturi tetap



Gambar 33 Karburator dengan venturi berubah-ubah (variable venturi)

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

Karburator dengan venturi berubah-ubah menempatkan throttle valve/throttle piston (skep) berada didalam venturi dan langsung dioperasikan oleh kawat gas. Oleh karena itu, diameter venturi bisa dibedakan (bervariasi) sesuai besarnya aliran campuran bahan bakar udara dalam karburator.

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

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.

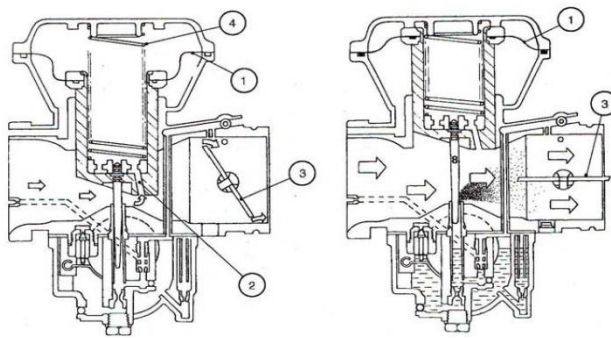
Berdasarkan gambar 6.7 diatas, udara yang mempunyai tekanan sama dengan udara luar mengisi daerah di bawah diaprgama (3). Udara tersebut masuk ke ruang vakum lewat lubang (2) pada bagian bawah piston. Tekanan rendah dihasilkan dalam ruang vakum dan piston mulai terangkat karena katup gas (3) dibuka oleh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

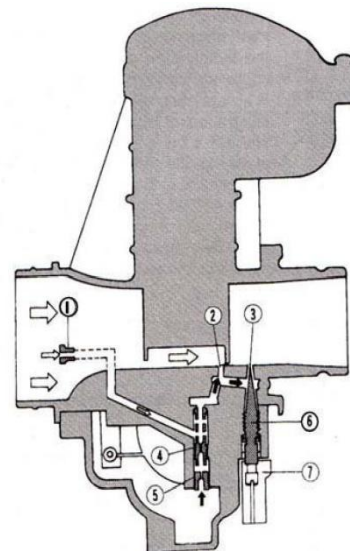
c. Bagian-bagian Utama Karburator

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) Percik utama (main nozzle), yaitu pemancar utama yang mengabutkan bahan bakar. Tinggi ujung percik utama hampir sama tinggi dengan permukaan bahan bakar di dalam bak pelampung. Main nozzle biasanya terdapat pada karburator tipe venturi tetap seperti terlihat pada gambar 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.
- 4) Katup trotel (throttle valve atau throttle butterfly), untuk mengatur besar-kecilnya pembukaan tabung karburator yang berarti mengatur banyaknya campuran udara bahan bakar. Katup 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 lambat/idle/stasioner ke putaran rendah. Ilustrasi penempatan pilot air jet seperti terlihat pada karburator tipe variable venturi berikut ini:



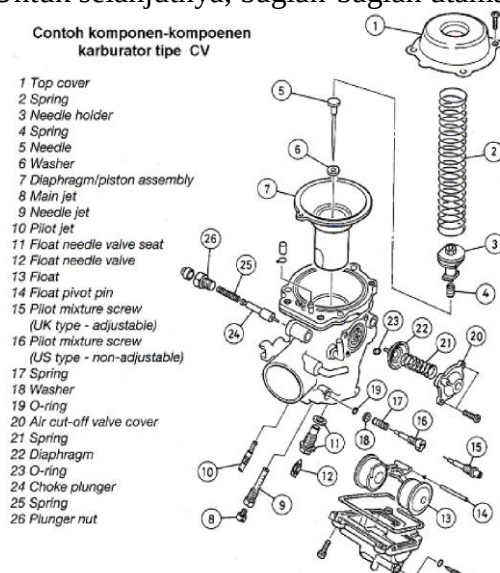
Gambar 34 Karburator dengan kecepatan konstan; (1) diaphragma, (2) lubang udara masuk ke ruang vakum, (3) Katup gas/throttle valve, dan (4) pegas pengembali.



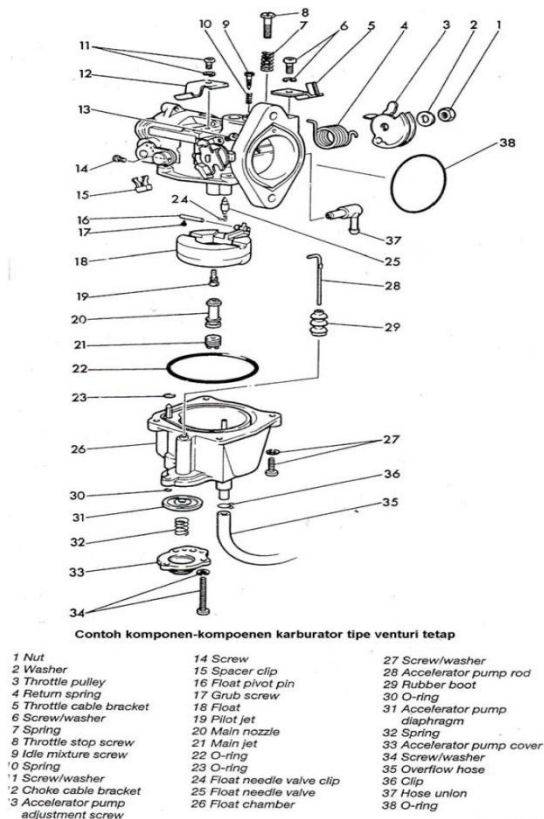
Gambar 35 Pilot air jet (1) pada karburator tipe variable venturi

- 10) Diaphragma dan pegas, yaitu berfungsi bekerja berdasarkan perbedaan tekanan diantara tekanan udara luar dan tekanan negatif lubang untuk mengontrol jumlah pemasukan udara. Diaphragma 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 36 Komponen-komponen karburator tipe venturi tetap



Gambar 37 Contoh komponen-komponen karburator tipe venturi tetap

d. Cara Kerja Karburator

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

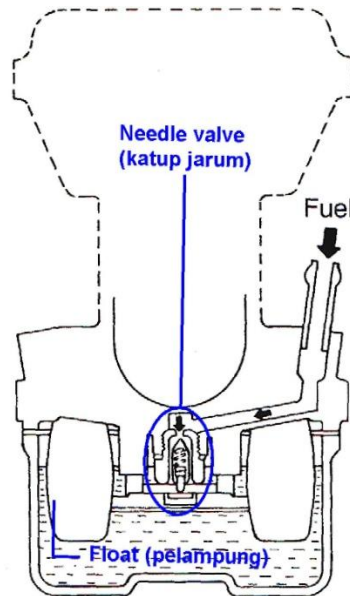
Yang dimaksud dengan sistem di sini ialah semacam rangkaian aliran bahan bakar yang adakalanya disebut juga sebagai sistem. Berikut ini diuraikan beberapa sistem yang perlu untuk diketahui, yang sekaligus memberikan pengertian bagaimana cara bekerja sebuah karburator.

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 karbuartor 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 38 Sistem pelampung menjaga level/ketinggian bensin selalu tetap dalam ruang bensin dalam sistem pelampung

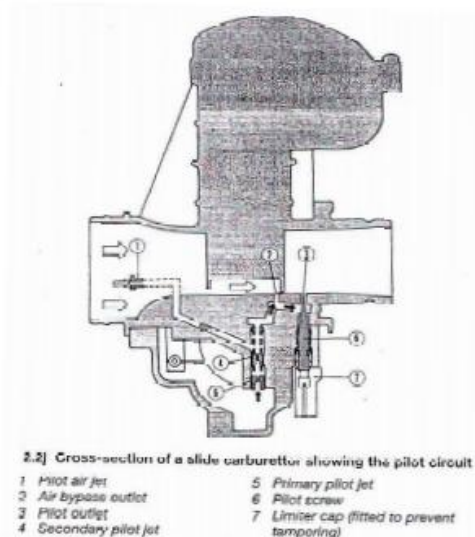
Needle valve dilengkapi dengan damper spring (pegas). Tujuan adanya pegas tersebut adalah untuk mencegah needle valve terbuka dan tertutup oleh gerakan naik turun pelampung yang disebabkan oleh gerakan dari sepeda mesin, sekaligus menjaga permukaan bahan bakar tetap.

2) Sistem Kecepatan Rendah (Pilot System)

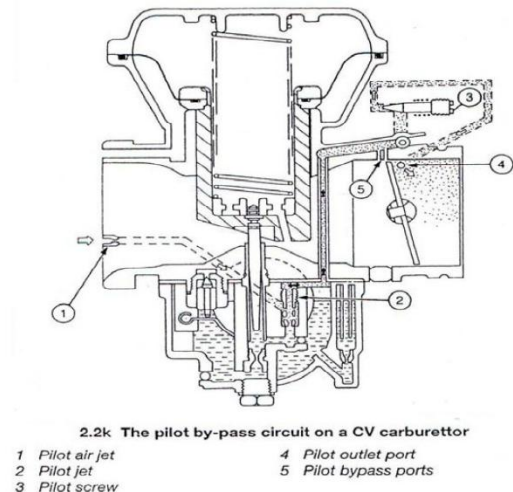
Pada sistem kecepatan rendah sekaligus dapat mencakup keadaan aliran bahan bakar pada waktu mesin dihidupkan yaitu kecepatan idle/langsam/stasioner. Pada waktu mesin dihidupkan, dibutuhkan campuran bahan bakar dan udara yang gemuk.

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



Gambar 39 Sistem kecepatan rendah pada karburator tipe variable venturi (slide carburettor)



Gambar 40 Sistem kecepatan rendah pada karburator tipe kecepatan konstan

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.

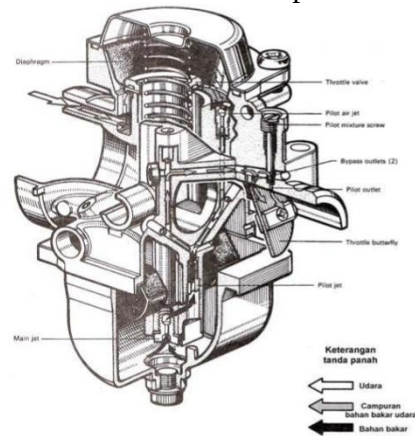
Jika katup trotel dibuka sedikit (masih kecepatan rendah tapi sudah di atas putaran/kecepatan stasioner), maka jumlah pasokan udara akan bertambah karena disamping melewati pilot air jet, udara juga mengalir melalui air bypass outlet (2). Dengan bertambahnya jumlah udara maka bahan bakar yang terhisap 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 CIO)

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:

Cara Kerja Sistem Kecepatan Rendah Karburator Tipe Venturi Tetap



Gambar 41 Aliran bahan bakar dan udara kecepatan rendah pada karburator tipe kecepatan konstan

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.

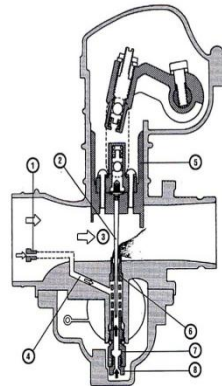
3) Sistem Kecepatan Utama/Tinggi

Bila katup gas/katup trotel dibuka 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



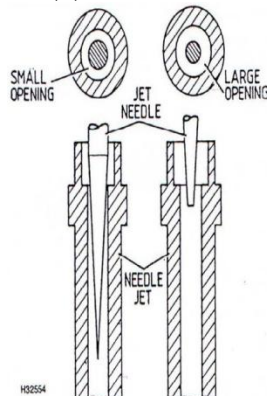
Gambar 42 Sistem kecepatan utama pada karburator

Keterangan:

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

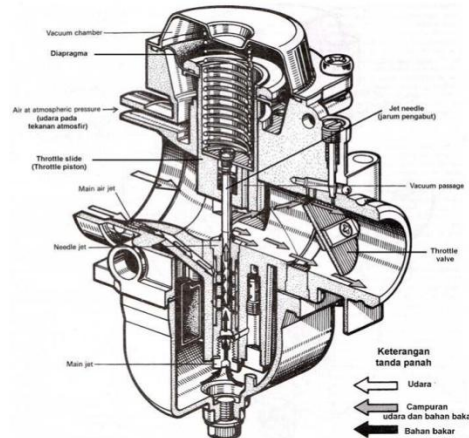


Gambar 43 Posisi Jet needle (jarum) pada needle jet

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 CIO)
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 digerakan 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 44 Aliran bahan bakar dan udara utama pada karburator tipe kecepatan konstan

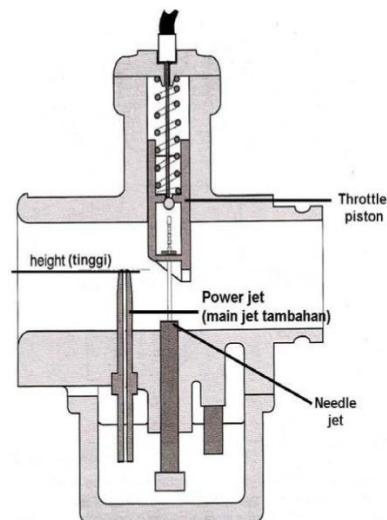
Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa jika katup gas (throttle valve) terbuka lebih jauh atau terbuka penuh, maka kecepatan aliran udara pada lubang masuk akan bertambah besar (maksimum). Throttle piston akan terangkat sehingga akan menambah luas area pada bagian venturi sehingga menambah udara 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 main air jet di dalam saluran needle jet. Bahan bakar yang telah tercampur dengan udara tersebut selanjutnya akan berbentuk butiran-butiran kecil. Dengan berbentuk butiran-butiran tersebut, maka proses atomisasi (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.

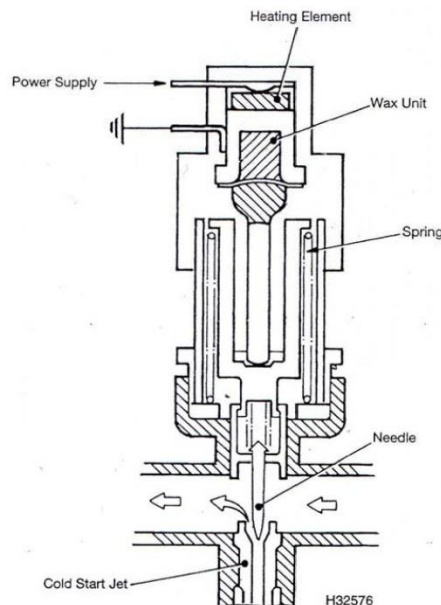


Gambar 45 Posisi power jet untuk sistem tenaga pada karburator tipe variable venturi

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa bila pembukaan throttle piston masih sekitar setengah karena putaran mesin belum terlalu tinggi dan mesin beropareasi/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 46 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.

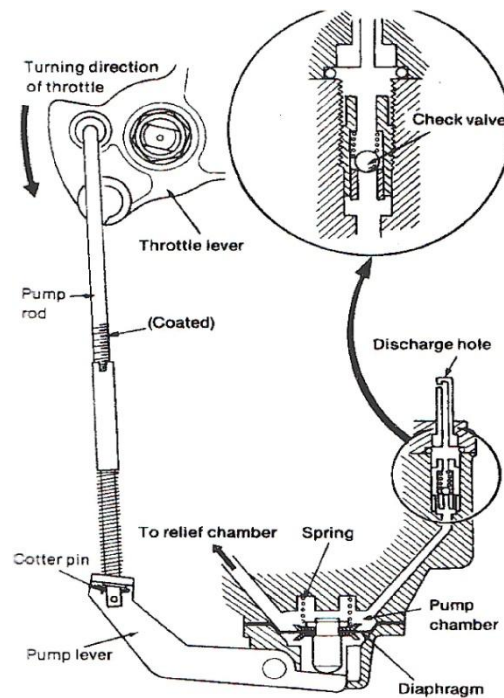
Ketika mesin mulai panas, wax (bimetal) dalam sistem cuk yang dialiri arus tersebut, akan mulai panas dan mengembang. Dengan mengembangnya wax tadi akan mendorong (membuat) needle secara perlahan turun. Penurunan needle tersebut akan mengurangi bahan bakar yang keluar dari cold start jet, sehingga lama 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 udara, 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. Mekanis pompa ini dihubungkan dengan pedal gas (throttle) sehingga jika trotoir dibuka dengan tiba-tiba maka plunyer pompa menekan minyak yang dibawahnya. 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 mendorong 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 47 Konstruksi sistem percepatan

Setelah melakukan penekanan tersebut, pump lever akan kembali ke posisi semula dengan adanya dorongan pegas di atas diaphragma. Pergerakan diaphragma ke bawah membuat pump chamber membesar lagi. Karena desain/rancangan valve (katup) yang ada di pum chamber dibuat berlawanan arah antara katup masuk dan katup keluar, maka pada saat diaphragma 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 kontinu (K-Jetronic) karena injektor menyembrotkan secara terus menerus ke setiap saluran masuk (intake manifold). Sedangkan sistem injeksi elektronis atau yang lebih dikenal dengan Electronic Fuel Injection (EFI), volume dan waktu penyemprotannya dilakukan secara elektronik. Sistem EFI kadang disebut juga dengan EGI (Electronic Gasoline Injection), EPI (Electronic Petrol Injection), PGM-FI (Programmed Fuel Injection) dan Engine Management.

Penggunaan sistem bahan bakar injeksi pada sepeda 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 unjuk kerja dan tenaga mesin (power) yang lebih baik,

akselerasi yang lebih stabil pada setiap putaran mesin, pemakaian bahan bakar yang ekonomis (irit), dan menghasilkan kandungan racun (emisi) gas buang yang lebih sedikit sehingga bisa lebih ramah terhadap lingkungan. Selain itu, kelebihan dari 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

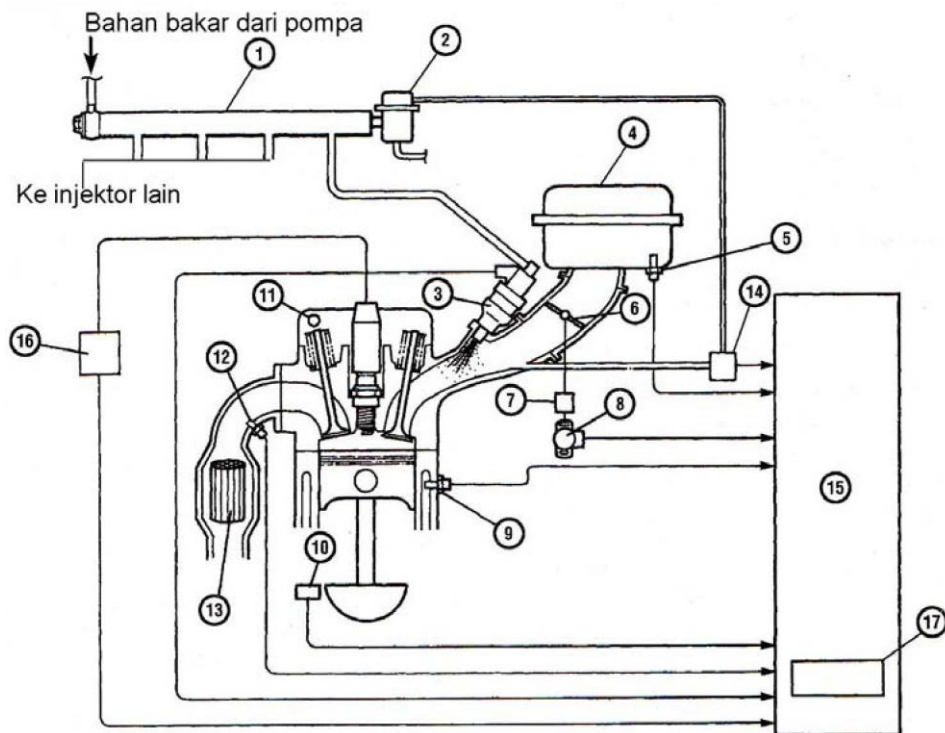
Istilah sistem injeksi bahan bakar (EFI) dapat digambarkan sebagai suatu sistem yang menyalurkan bahan bakarnya dengan menggunakan pompa pada tekanan tertentu untuk mencampurnya dengan udara yang masuk ke ruang bakar. Pada sistem EFI dengan mesin berbahan bakar bensin, pada umumnya proses penginjeksian 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 atmosfer 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.

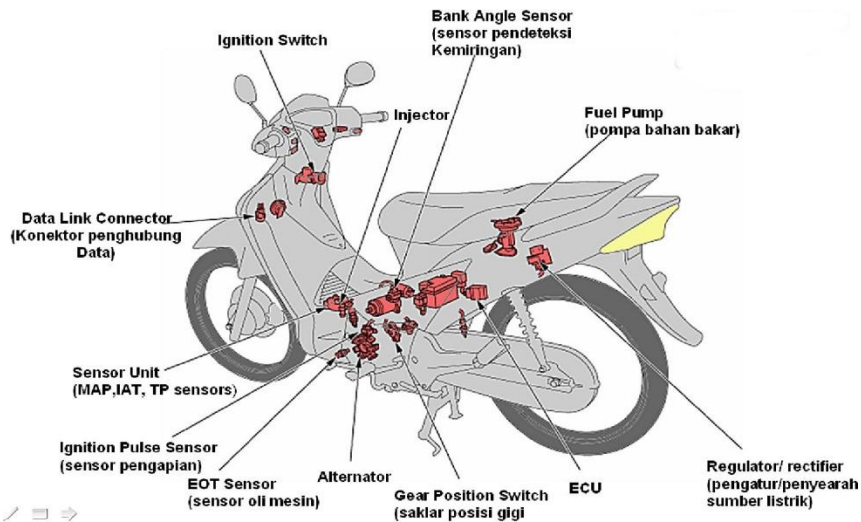
Jumlah komponen-komponen yang terdapat pada sistem EFI bisa berbeda pada setiap jenis sepeda mesin. Semakin lengkap komponen sistem EFI yang digunakan, tentu kerja sistem EFI akan lebih baik sehingga bisa menghasilkan unjuk kerja mesin yang lebih optimal pula. Dengan semakin lengkapnya komponen-komponen 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 48 Skema rangkaian sistem EFI Yamaha GTS1000

Keterangan nomor pada gambar 6.22 :

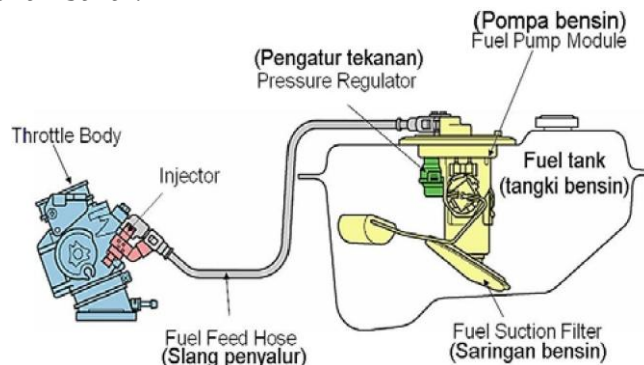
1. Fuel rail/delivery pipe (pipa pembagi)
2. Pressure regulator (pengatur tekanan)
3. Injector (nozle penyemprot bahan bakar)
4. Air box (saringan udara)
5. Air temperature sensor (sensor suhu udara)
6. Throttle body butterfly (katup throttle)
7. Fast idle system
8. Throttle position sensor (sensor posisi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



Gambar 49 Komponen sistem EFI pada sepeda mesin Honda Supra X 125

a. Sistem Bahan Bakar

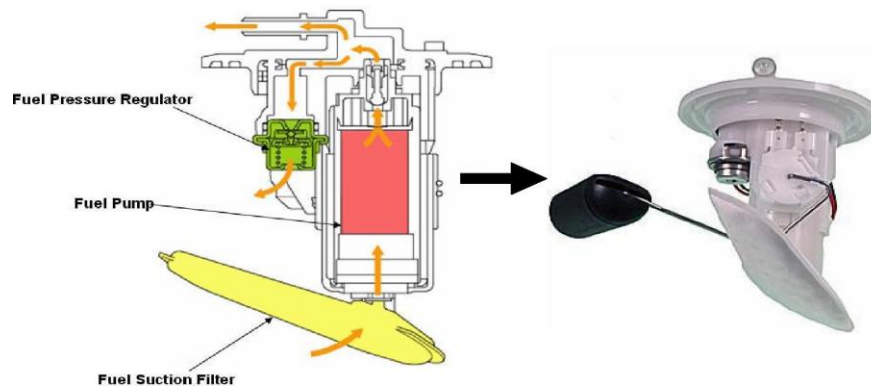
Komponen-komponen yang digunakan untuk menyalurkan bahan bakar ke mesin terdiri dari tangki bahan bakar (fuel tank), pompa bahan bakar (fuel pump), saringan bahan bakar (fuel filter), pipa/slang penyalur (pembagi), pengatur tekanan bahan bakar (fuel pressure regulator), dan injektor/penyemprot bahan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



Gambar 50 Contoh komponen sistem bahan bakar pada sistem EFI Honda Supra X 125

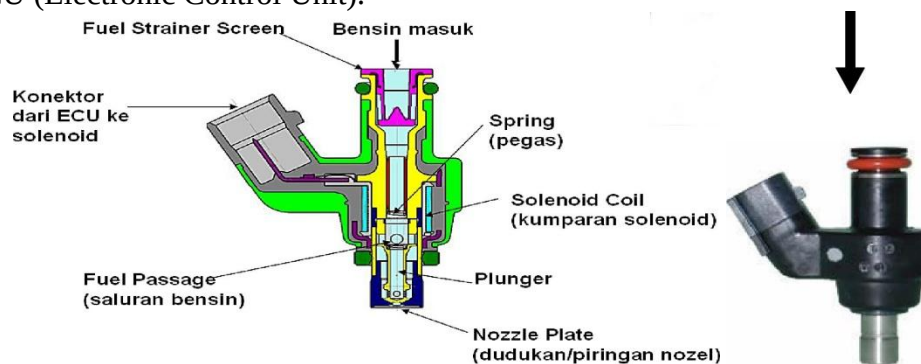
Adapun fungsi masing-masing komponen pada sistem bahan bakar tersebut adalah sebagai berikut:

- 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.



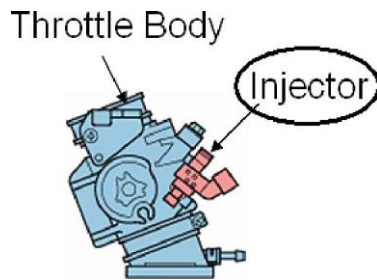
Gambar 51 Konstruksi fuel pump module

- 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; menyembrotkan bahan bakar ke saluran masuk (intake manifold) sebelum, biasanya sebelum katup masuk, namun ada juga yang ke throttle body. Volume penyemprotan disesuaikan oleh waktu pembukaan nozel/injektor. Lama dan banyaknya penyemprotan diatur oleh ECM (Electronic/Engine Control Module) atau ECU (Electronic Control Unit).



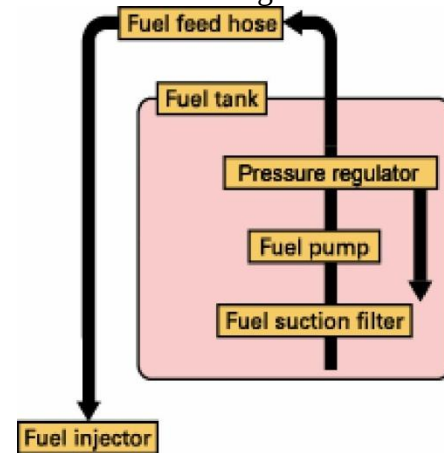
Gambar 52 Konstruksi injektor

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 53 Contoh penempatan injector pada throttle body

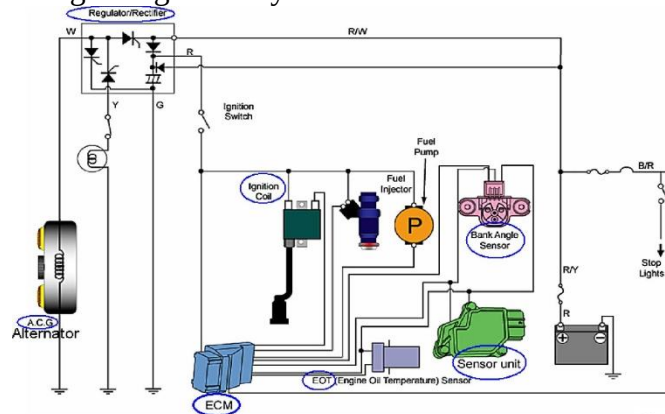
Skema aliran sistem bahan bakar pada sistem EFI adalah sebagai berikut:



Gambar 54 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



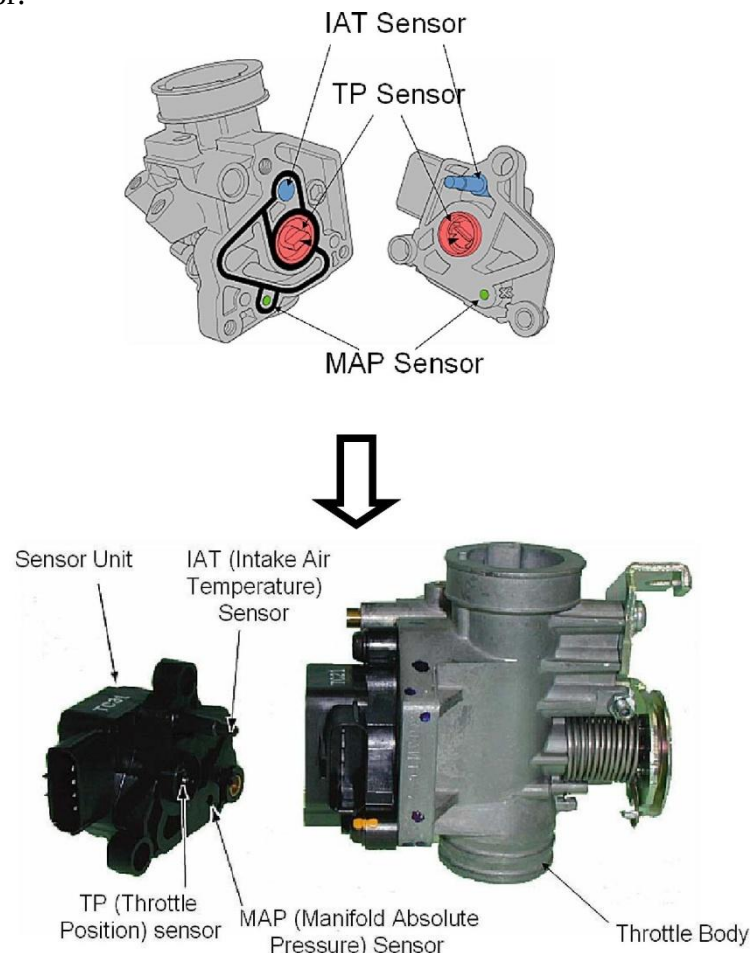
Gambar 55 Rangkaian sistem kontrol elektronik pada Honda Supra X 125

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, pendeteksian udara yang masuk ke intake manifold bisa dalam bentuk jumlah maupun berat udara. Jika jumlah udara yang dideteksi, sensornya dinamakan air flow meter, sedangkan jika berat udara yang dideteksi, sensornya dinamakan air mass sensor.

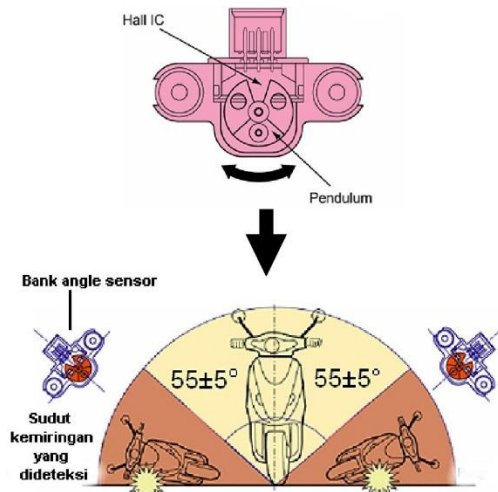


Gambar 56 Contoh posisi penempatan sensor yang menyatu (built in) dengan throttle body

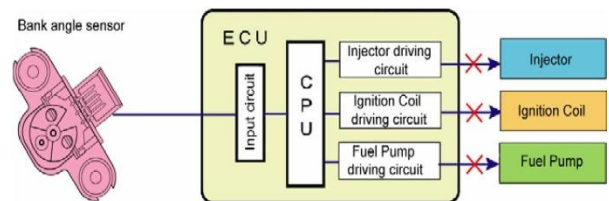
- 3) IAT (Engine air temperature) sensor; memberikan sinyal ke ECU berupa informasi (deteksi) tentang suhu udara yang masuk ke intake manifold. Tegangan referensi/suplai 5 Volt dari ECU selanjutnya akan berubah menjadi tegangan sinyal yang nilainya dipengaruhi oleh suhu udara masuk.
- 4) TP (Throttle 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°



Gambar 57 Bank angle sensor dan posisi sudut kemiringan sepeda motor

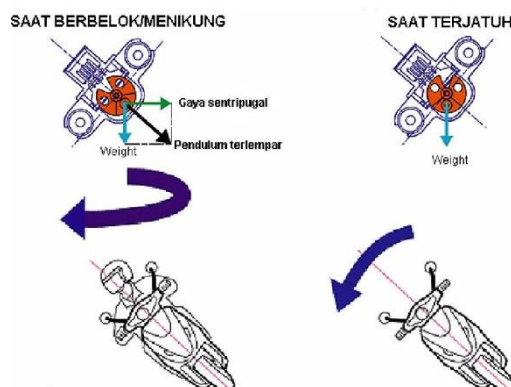


Gambar 58 Informasi bank angle sensor kepada ECU untuk meng-OFF-kan injektor, koil pengapian, dan pompa bahan bakar saat terdeteksi sudut kemiringan yang telah ditentukan

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.

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 59 Posisi bank angle sensor saat sepeda motor menikung dan terjatuh



Gambar 60 Konstruksi throttle body

Jika sepeda motor sedang dijalankan pada posisi menikung (walau kemiringannya melebihi 550), ECU tidak meng-OFFkan 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 550, tapi dalam kenyataannya sinyal yang dikirim ke ECU masih mengindikasikan bahwa sudut kemiringannya masih di bawah 550 sehingga ECU tidak meng-OFF-kan ketiga komponen tersebut.

Selain sensor-sensor di atas masih terdapat sensor lainnya digunakan pada sistem EFI, seperti sensor posisi camshaft/poros nok, (camshaft position sensor) untuk mendeteksi posisi poros nok agar saat pengapian 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.

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 pendeteksian 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 (simultaneous 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 manifold 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

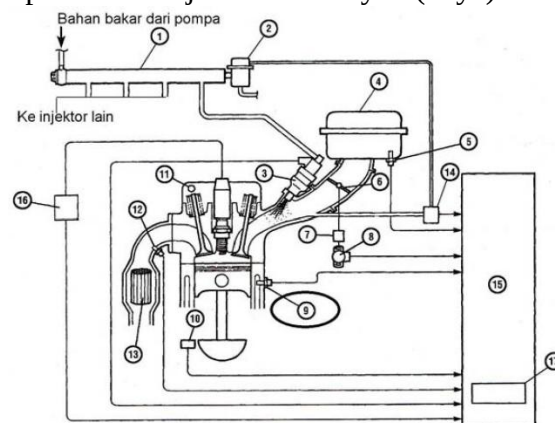
sebelumnya, yaitu langkah buang. Selanjutnya pada silinder 4 injeksi terjadi pada langkah usaha, dan pada silinder 2 injeksi terjadi pada langkah kompresi.

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 putaran 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.

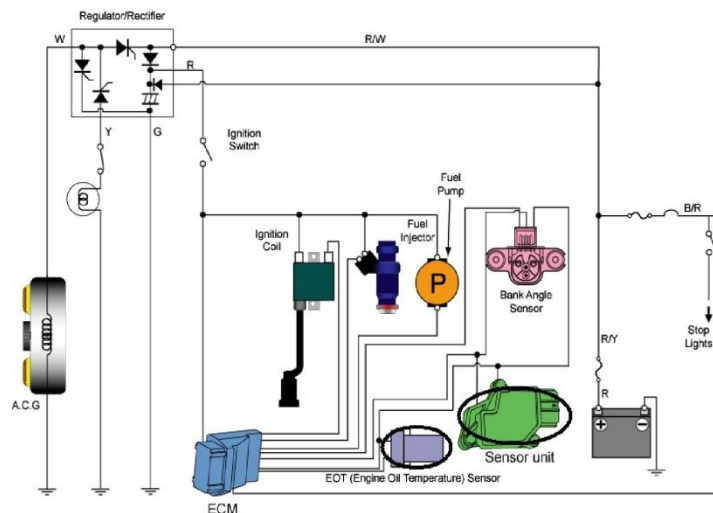
Untuk memperkaya campuran bahan bakar udara tersebut, pada sistem EFI yang dilengkapi dengan sistem pendinginan air terdapat sensor temperatur air pendingin (engine/coolant temperature sensor) seperti terlihat pada gambar 6.34 no. 9 di bawah ini. Sensor ini akan mendeteksi kondisi air pendingin mesin yang masih dingin tersebut. Temperatur air pendingin yang dideteksi diubah 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 61 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 temperature oli mesin mendeteksi kondisi pelumas yang masih dingin saat itu, kemudian diubah 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.



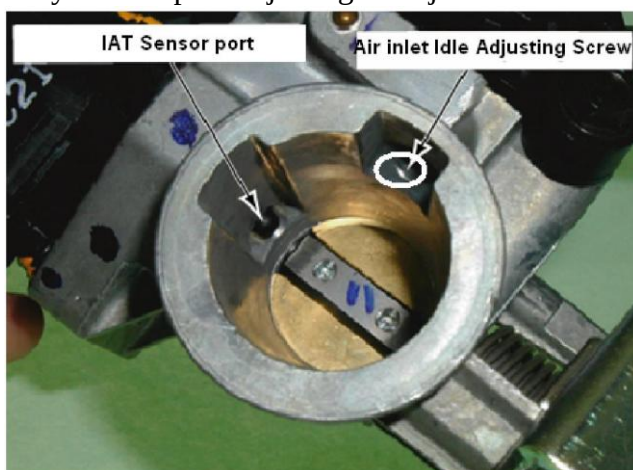
Gambar 6.36 Engine oil temperature sensor dan Intake air temperature sensor (dalam sensor unit) pada mesin Honda Supra X 125

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).

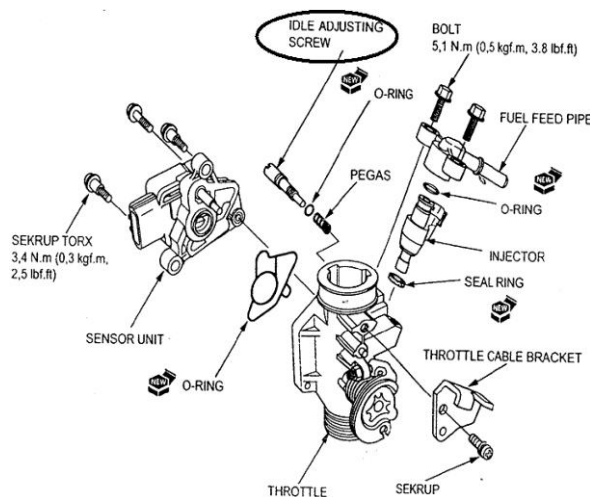
Posisi katup gas (katup trotel) pada throttle body masih menutup pada saat putaran stasioner/langsam (putaran stasioner pada sepeda motor pada umumnya sekitar 1400 rpm). Oleh karena itu, aliran udara dideteksi dari saluran khusus untuk saluran stasioner (lihat gambar 6.36). Sebagian besar sistem EFI pada sepeda motor masih menggunakan skrup penyetel (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/ penginjeksian hanya beberapa derajat engkol saja karena bahan bakar yang dibutuhkan masih sedikit.



masih menutup pada motor Honda Supra X 125

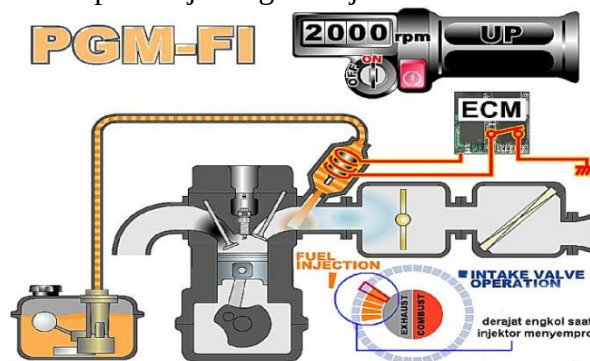
Gambar 62 Lubang/saluran masuk (air inlet idle adjusting screw) untuk putaran stasioner saat katup trotel



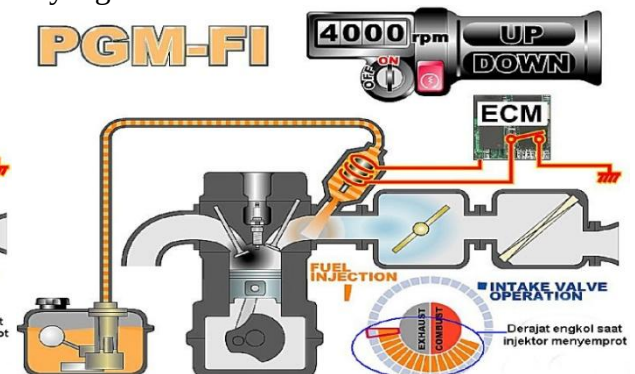
Gambar 63 Posisi skrup penyetel putaran stasioner (idle adjusting screw) pad throttle body

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 putara 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 64 Contoh penyemprotan injector pada saat putaran 2000 rpm



Gambar 65 Contoh penyemprotan injector pada saat putaran 4000 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 pengapian juga otomatis dimajukan agar tetap tercapai pembakaran yang optimum berdasarkan informasi 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.

Selanjutnya jika putaran dinaikkan lagi, katup trotoar semakin terbuka lebar dan sensor posisi katup trotoar (TP sensor) akan mendeteksi perubahan katup trotoar tersebut. ECU/ECM menerima informasi perubahan katup trotoar 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 detail seperti saat perlambatan (deselerasi), selama tenaga yang dikeluarkan tinggi (high power output) atau beban berat dan sebagainya. Namun pada prinsipnya adalah hampir sama dengan penjelasan yang sudah dibahas. Hal ini disebabkan dalam sistem EFI semua koreksi terhadap pengaturan waktu/saat penginjeksian dan lamanya penginjeksian berdasarkan informasi-informasi yang diberikan oleh sensor-sensor yang ada. Informasi tersebut dikirim ke ECU/ECM dalam bentuk signal listrik yang merupakan gambaran tentang berbagai kondisi kerja 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.

3.1.1. MENJELASKAN PRINSIP KERJA KARBURATOR SEPEDA MOTOR

3.1.2. MERUMUSKAN PENYEBAB GANGGUAN PADA KARBURATOR SEPEDA MOTOR

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

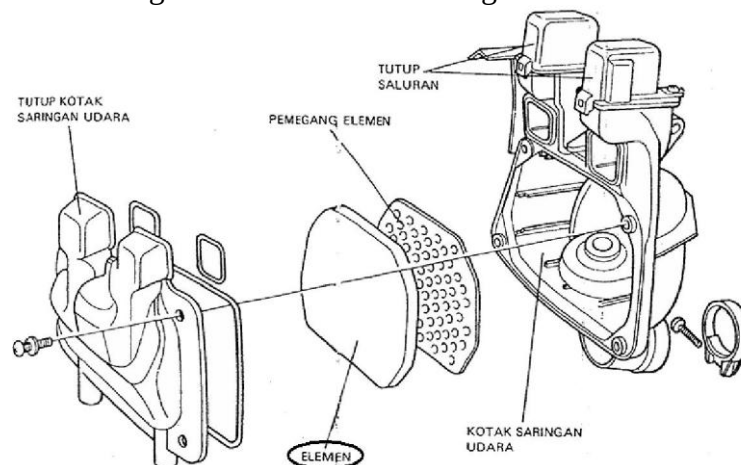
hidup	2.	Starter jet tersumbat	2. Periksa dan bersihkan
	3.	Piston choke tidak berfungsi	3. Periksa dan setel
	4.	Udara masuk dari saluran karburator atau pipa vakum tersumbat	4. Periksa dan Setel
	5.	Penyumbatan pada joint antara sarter body dan karburator	5. Periksa dan kencangkan Karburator
Kelebihan 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
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. Periksadann bersihkan
	5.	Pipa ventilasi bahan bakar tersumbat	5. Periksadann 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

a. Keluarkan elemen saringan udara dari kotak saringan udara.

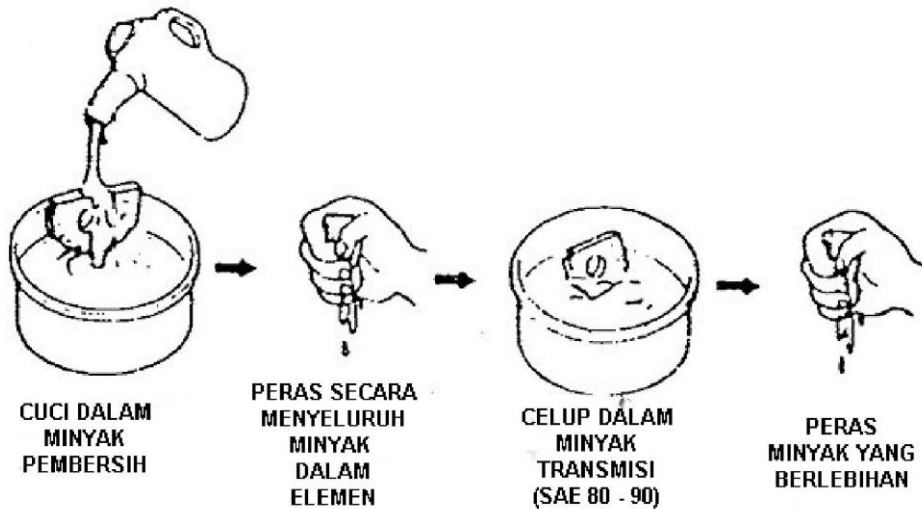


Gambar 66 Elemen saringan udara

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 67 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. Knalpot 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. Knalpot 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

Keterangan gambar:

- 1 gasket pipa buang
- 2 gasket sambungan mufler
- 3 baut penahan pipa buang
- 4 mur

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.

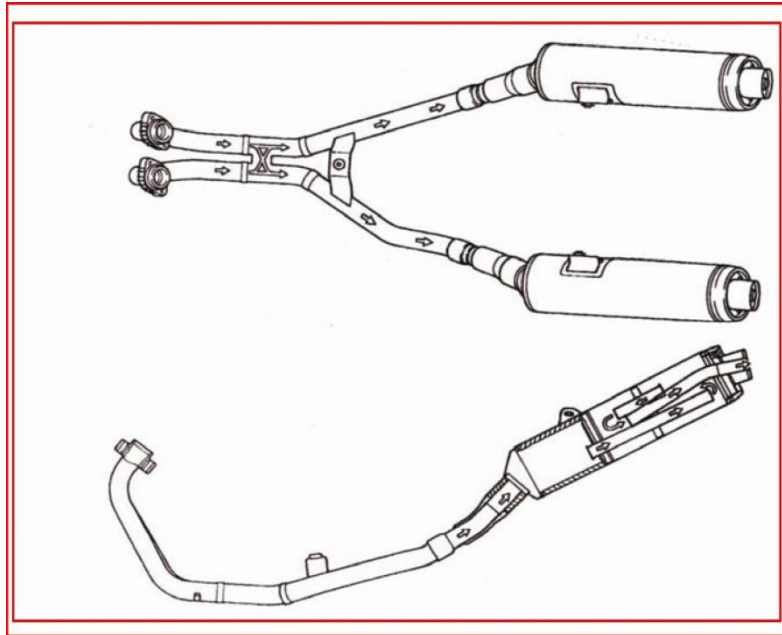
5. Semprot bagian dalam knalpot dengan udara bertekanan sampai kotoran-kotoran di dalamnya terlempar ke luar.
 6. Untuk membersihkan peredam suara. Semprotkan dengan air panas agar sisa bahan bakar yang ada bisa keluar. Setelah itu keringkan dengan udara bertekanan .
 7. Bersihkan saluran buang pada 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.

Ketika lubang pembuangan terbuka gas keluar mendorong sampai ke sistem pembuangan. Gas bergerak turun dimana saat itu gelombang tekanan gas berangsur-angsur mengembang dan kehilangan kecepatan sampai mendekati reversed cone. Saat mencapai reversed cone gas dimampatkan dan sebagiannya ditembakkan melalui system pembuangan dalam bentuk getaran yang memutar. Ini mempunyai efek menghentikan campuran udara yang segar lepas melalui system pembuangan sebelum lubang pembuangan tertutup piston.

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 68 Gambar bagian sistem pembuangan jenis mesin empat langkah

6. Pemeriksaan Jet (Pengabut) Karburator

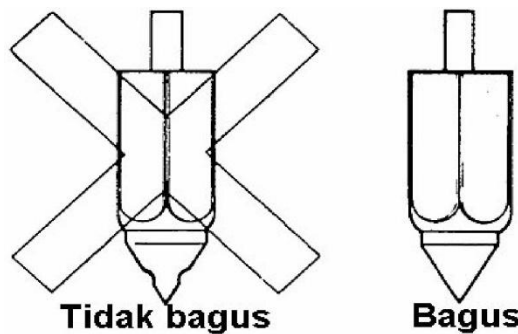
Periksa jet-jet karburator dari kerusakan, kotoran atau tersumbat. Jet -jet yang diperiksa antara lain:

- 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 start 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 keduanya.
- 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.



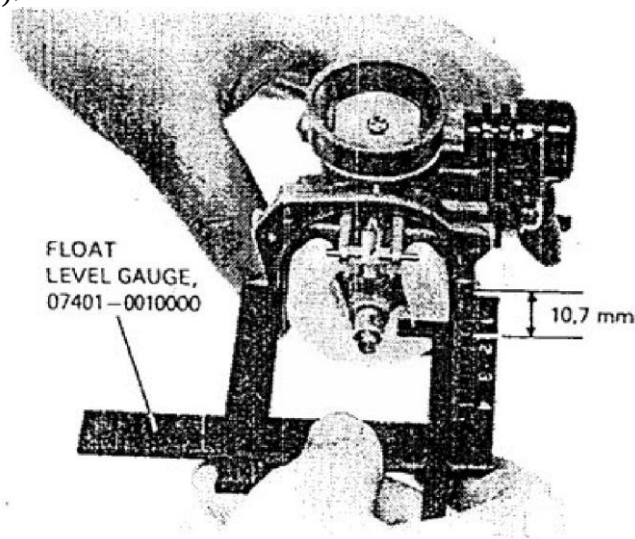
Gambar 69 Kondisi jarum yang bagus Dengan yang tidak bagus

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

8. Pemeriksaan Tinggi Pelampung

Untuk mengetahui tinggi pelampung maka:

- Buka dan balikan karburator dengan arm (lengan) pelampung bebas.
- 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 70 Contoh pengukuran tinggi pelampung pada Honda Astrea

c. Bengkokkan lidah untuk mendapatkan ketinggian yang ditentukan.

Catatan:

- Ukuran spesifikasi tinggi pelampung berbeda antara merk sepeda motor satu dengan lainnya. Lihat buku manual masing-masing untuk memastikan ukuran tersebut.
- 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.

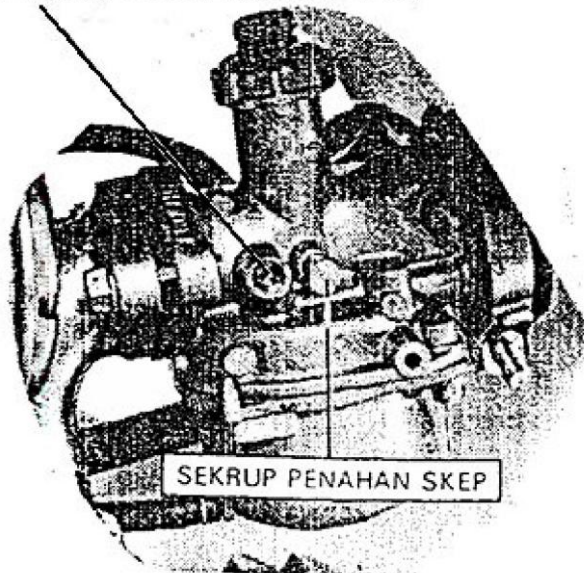
9. Pemeriksaan Penyetelan Putaran Stasioner/Langsam

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 kedudukan sekrup udara akan terjadi jika sekrup udara dikencangkan terlalu keras pada dudukannya.
- 2) Buka an awal sekrup udara : 2 - 2 1 putaran keluar (untuk lebih pastinya, lihat buku manual sepeda motor yang bersangkutan).

SEKRUP UDARA (PILOT/IDLE MIXTURE SCREW)



Gambar 71 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.

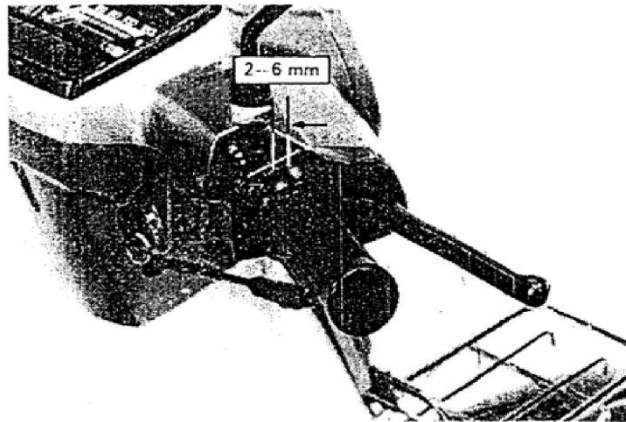
Catatan:

- 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.

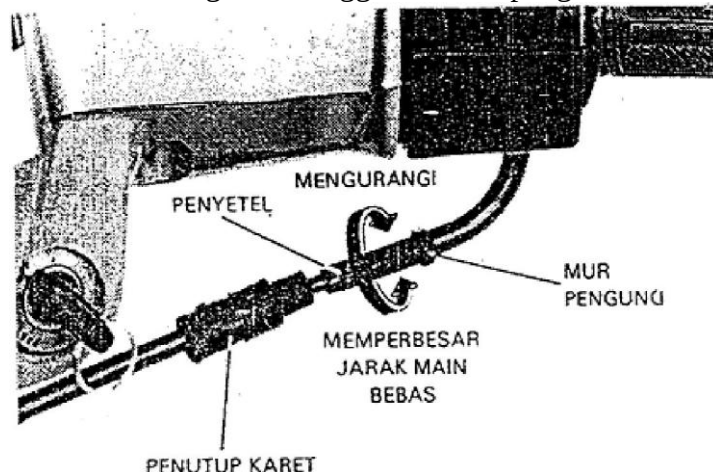
- b. Periksa kabel gas dari kerusakan, lekukan atau keretakan. Ganti jika sudah rusak, terdapat lekukan atau retakan.
- c. Lumasi kabel gas jika cara kerja gas tangan tidak lancar (tersa berat).
- d. Ukur jarak main bebas gas tangan pada ujung sebelah dalam gas tangan.



Gambar 72 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 73 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)**
- 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.

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

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. Ganti 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 bersihkan setiap 2.000 km. Ganti 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	1. Terdapat kebocoran udara masuk	1. Periksa dan perbaiki
	2. Tekanan dalam sistem bahan bakar terlalu tinggi	2. Periksa dan perbaiki

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

4. Informasi Pendiagnosaan Sendiri Sistem EFI atau PGM-FI

Prosedur Pendiagnosaan Sendiri (Self Diagnosis) a. Letakkan sepeda motor pada standar utamanya.

Catatan:

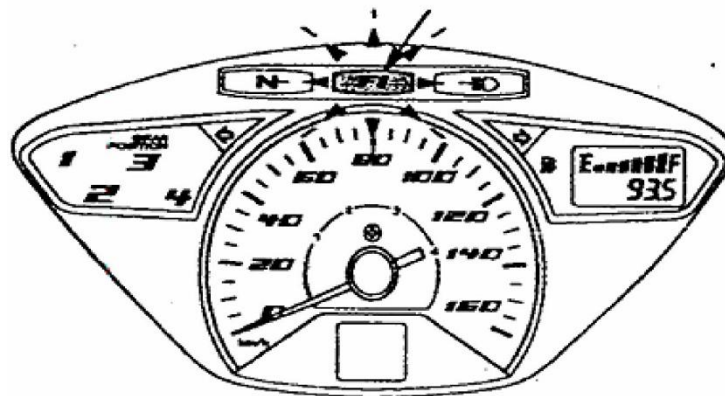
Malfunction indicator lamp (MIL) akan berkedip-kedip sewaktu kunci kontak diputar ke “ON” atau putaran mesin di bawah 2.000 putaran permenit (rpm). Pada semua kondisi lain, MIL akan tetap hidup dan tetap hidup.

b. Putar kunci kontak ke posisi “ON”.

c. Malfunction indicator (MIL) berkedip-kedip.

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

MALFUNCTION INDICATOR LAMP (MIL)



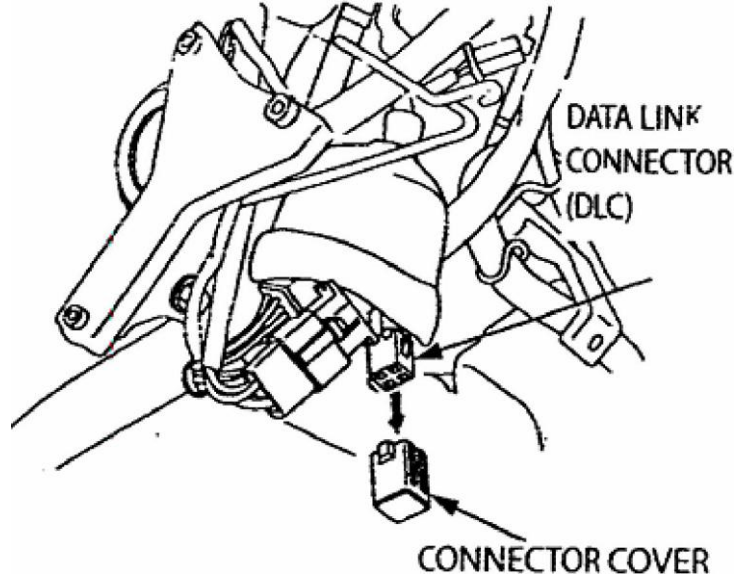
Gambar 74 Posisi MIL

e. Jika MIL tidak hidup atau berkedip, sistem dalam keadaan normal.

f. Jika ingin membaca memori EFI/PGM-FI untuk data kesukaran, lakukan sebagai berikut:

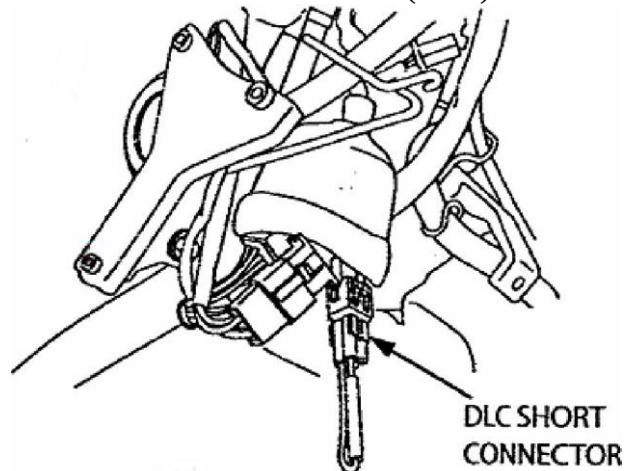
g. Untuk membaca data persoalan yang telah disimpan. Putar kunci kontak ke posisi “OFF”.

- h. 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 :



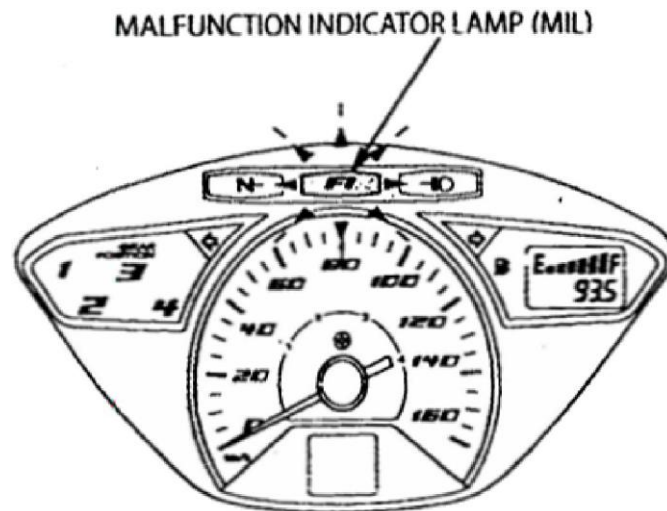
Gambar 75 Posisi DLC

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



Gambar 76 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”.



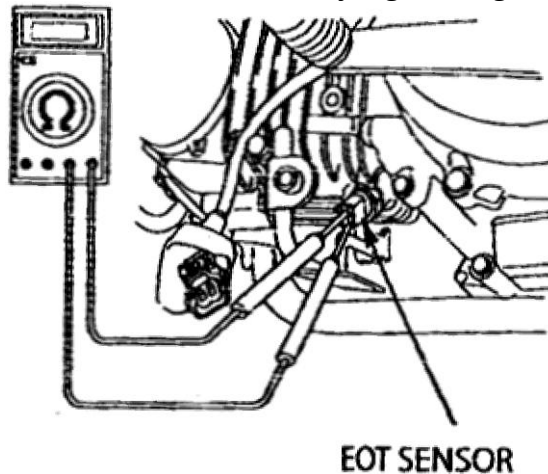
Gambar 77 MIL menyala ketika kunci kontak ON

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

Catatan:

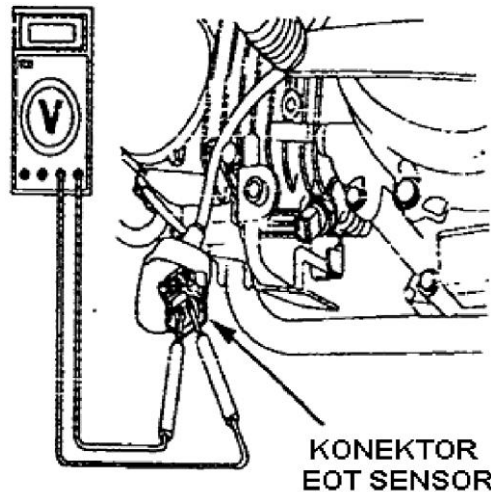
- 1) Pada sistem EFI atau PGM-FI Honda, MIL (malfunction indicator lamp) menunjukkan kode-kode masalah/persoalan yang terjadi pada sepeda motor. Jumlah kedipannya dari 0 sampai 54. Jenis kedipan dari MIL ada dua, yaitu kedipan pendek (0,3 detik) dan kedipan panjang (1,3 detik). Jika sebuah kedipan panjang 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 connector (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 78 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

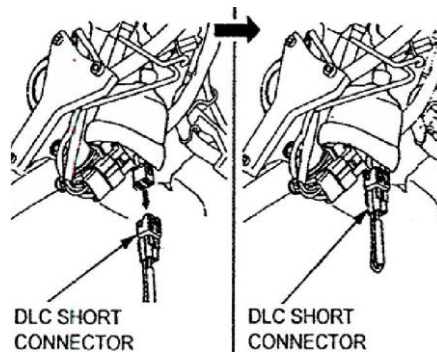
- d) Jika pada pemeriksaan point c) di atas terdapat tegangan yang sesuai standar, ganti komponen (sensor) yang bersangkutan.
- e) Jika pada pemeriksaan point c) di atas tidak terdapat tegangan yang sesuai standar, periksa kontinuitas antara konektor komponen (sensor) yang bersangkutan dengan konektor 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 pendidiagnosaan sendiri tidak akan terhapus sewaktu kabel negatif baterai dilepaskan.

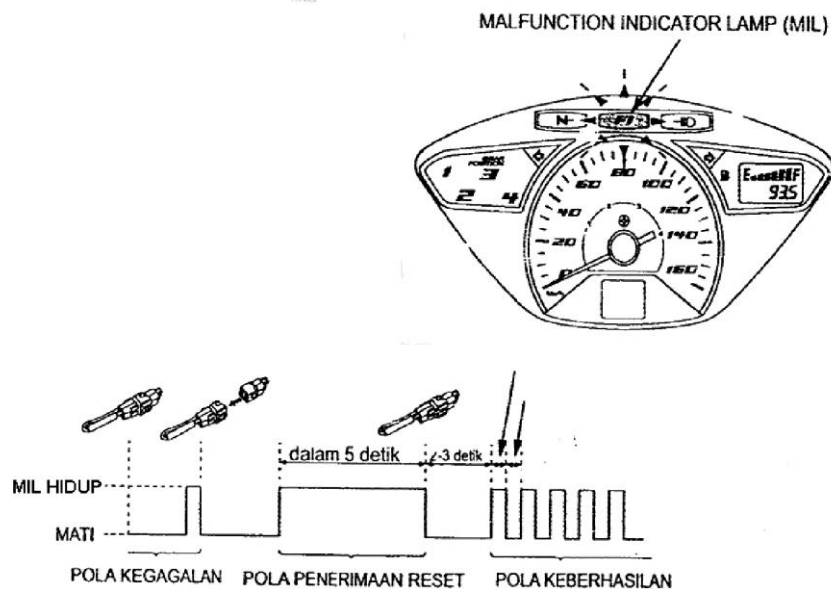
- a. Putar kunci kontak ke "OFF".
- b. Lepaskan front top cover.
- c. Lepaskan connector cover (penutup konektor) dari data Link connector seperti terlihat pada gambar 5.49).
- d. Hubungkan special tool (konektor DLC atau DLC short connector) ke data Link connector (DLC) seperti terlihat pada gambar 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 79 Prosedur melepas dan menghubungkan kembali konektor DLC dari DLC

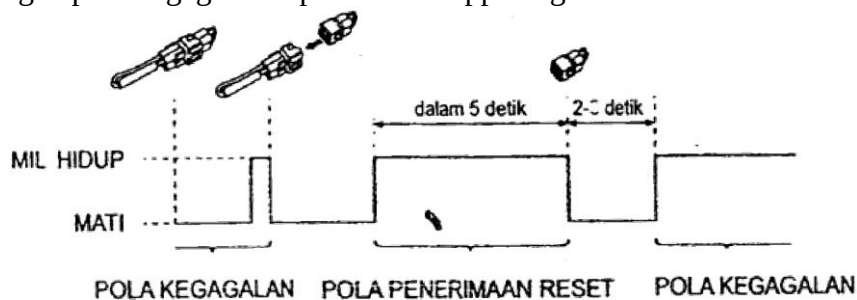
g. Hubungkan DLC short connector ke data Link connector (DLC) lagi sementara lampu MIL hidup selama kira-kira 5 detik (pola penerimaan reset; seperti terlihat pada gambar di atas).

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 80 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 ppada gambar di bawah :



Gambar 81 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.

BAB 4

MELAKUKAN PERBAIKAN ENGINE SEPEDA MOTOR BERIKUT KOMPONEN-KOMPONENNYA

4.1. MENDIAGNOSIS GANGGUAN PADA ENGINE

4.1.1. MENGANALISIS PENYEBAB GANGGUAN EMISI GAS BUANG BERWARNA PUTIH

E. PENDAHULUAN

Sepeda motor, seperti juga mobil dan pesawat tenaga lainnya, memerlukan daya untuk bergerak, melawan hambatan udara, gesekan ban dan hambatan-hambatan lainnya. Untuk memungkinkan sebuah sepeda motor yang kita kendarai bergerak dan melaju di jalan raya, roda sepeda motor tersebut harus mempunyai daya untuk bergerak dan untuk mengendarainya diperlukan mesin.

Mesin merupakan alat untuk membangkitkan tenaga, ia disebut sebagai penggerak utama. Jadi mesin disini berfungsi merubah energi panas dari ruang pembakaran ke energi mekanis dalam bentuk tenaga putar.

Tenaga atau daya untuk menggerakkan kendaraan tersebut diperoleh dari panas hasil pembakaran bahan bakar. Jadi panas yang timbul karena adanya pembakaran itulah yang dipergunakan untuk menggerakkan kendaraan, dengan kata lain tekanan gas yang terbakar akan menimbulkan gerakan putaran pada sumbu engkol dari mesin.

F. PROSES DI MESIN

Fungsi mesin (engine) adalah mengatur proses untuk mengubah energi yang terkandung dalam bahan bakar menjadi tenaga. Semua sepeda motor menggunakan sistem pembakaran di dalam silinder. Artinya, pembakaran bahan bakar terjadi di dalam silinder, dan karena itu, mesin ini dikatakan mesin pembakaran di dalam (internal combustion engine). Energi yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar, menyebabkan piston terdorong, bergerak dan memutar poros engkol.

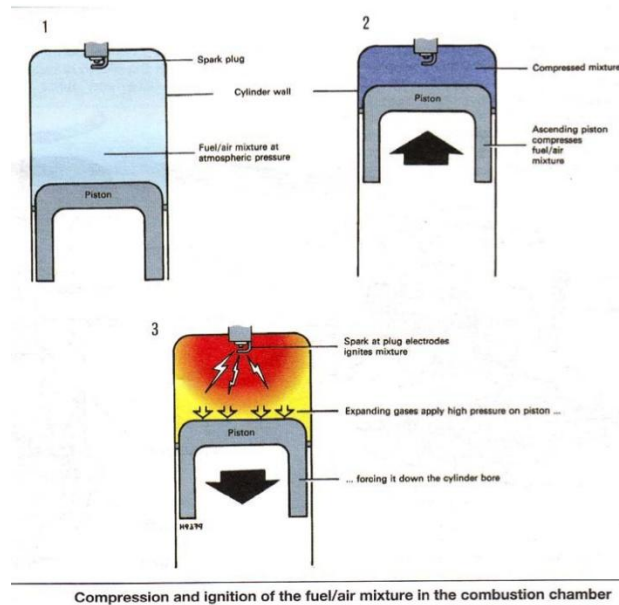
Pembakaran merupakan proses oksidasi cepat bahan bakar disertai dengan produksi panas, atau energi dan cahaya. Ada tiga faktor pembakaran yaitu temperatur, Oksigen (udara), dan bahan bakar. Tanpa tiga faktor ini maka pembakaran tidak akan sempurna.

Syarat terjadinya pembakaran yang baik pada suatu motor adalah:

1. Adanya tekanan kompresi yang cukup
2. Campuran bahan bakar dan udara cukup
3. Suhu yang cukup tinggi untuk pembakaran.

Sebagai ilustrasi dari proses pembakaran yang menghasilkan tenaga dalam mesin adalah, jika bahan bakar yang ada di dalam panci diberi api, bahan bakar tersebut akan terbakar, tetapi tidak meledak tapi jika bahan bakar itu terbakar di dalam tabung yang tertutup gas pembakaran ia akan berekspansi dan menekan tutup tabung, maka ia disini menghasilkan tenaga.

Pembakaran memerlukan waktu untuk kelangsungannya, dan oleh karena itu pembakaran dimulai sebelum TMA dengan “mempercepat pengapian”.



Gambar 82 Pemampatan dan pengapian di ruang pembakaran

Mesin motor merupakan sumber berlangsungnya pembentukan energi bagi kendaraan. Dengan energi yang dihasilkan, memungkinkan kendaraan dapat bergerak. Untuk dapat bekerja dengan baik, mesin memiliki konstruksi yang utuh dan solid sehingga memungkinkan terjadinya suatu proses pembakaran yang menghasilkan tenaga:

1. Mengisi ruang bakar dengan campuran udara bahan bakar yang mudah terbakar
2. Menekan campuran tersebut sampai pada volume dan tekanan tertentu
3. Membakar (ignite) campuran, sehingga mengembang dan menghasilkan tenaga
4. Membuang gas yang telah terbakar dari dalam silinder

Secara umum urutan diatas dinyatakan dengan istilah:

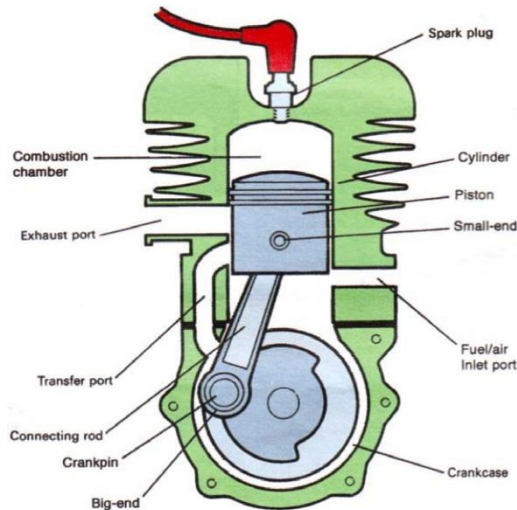
1. Langkah isap (suction)
2. Langkah kompresi (compressi)
3. Langkah usaha (power)
4. Langkah buang (exhaust)

Untuk menghasilkan tenaga yang terus-menerus, maka mesin harus mengulangi urutan ini berulang-ulang. Satu rangkaian proses yang lengkap disebut siklus. Kebanyakan mesin atau motor dari sepeda motor bekerja berdasarkan salah satu dari 2 jenis siklus yaitu:

1. Siklus dua langkah
2. Siklus empat langkah

1. Cara Kerja Mesin Dua Langkah

Pada bagian awal dijelaskan bahwa mesin dua langkah hanya memerlukan satu kali putaran poros engkol untuk menyelesaikan satu siklus di dalam silinder. Usaha (langkah tenaga) dihasilkan pada setiap putaran poros engkol.



Gambar 83 Mesin dua langkah dalam bentuk yang sederhana

Pada mesin dua langkah campuran udara-bahan bakar dikompresi dua kali setiap putaran. Kompresi pertama (kompresi pendahuluan di dalam crankcase). Campuran ditarik kedalam crankcase dan dikompresi, selanjutnya masuk ke dalam ruang pembakaran.

Kompresi kedua (kompresi di dalam silinder dan ruang pembakaran). Campuran yang dikompresi sangat mudah dinyalakan dan terbakar sehingga menghasilkan tekanan yang tinggi. Campuran yang dikompresikan di dalam crankcase mengalir ke dalam silinder melalui lubang transfer mendorong sisa-sisa gas pembakaran keluar dari silinder dan ini disebut sebagai langkah transfer.

Secara jelasnya cara kerja mesin dua langkah di perlihatkan pada tabel 2. berikut ini.

Tabel 2. Cara Kerja Mesin Dua Langkah

Proses	Penjabaran Langkah dan Gambar
Langkah Isap Dan Kompresi • Setengah putaran pertama atau 180^0 • Piston bergerak dari TMB ke TMA	<u>Di bawah piston</u> Sewaktu piston bergerak keatas menuju TMA ruang engkol akan membesar dan menjadikan ruang tersebut hampa (vakum). Lubang pemasukan terbuka. Dengan perbedaan tekanan ini, maka udara luar dapat mengalir dan bercampur dengan bahan bakar di karburator yang selanjutnya masuk ke ruang engkol (disebut langkah isap atau pengisian ruang engkol).

Proses	Penjabaran Langkah dan Gambar
	<u>Di atas piston</u> Disisi lain lubang pemasukan dan lubang buang tertutup oleh piston, sehingga terjadi proses langkah kompresi disini. Dengan gerakan piston yang terus ke atas mendesak gas baru yang sudah masuk sebelumnya, membuat suhu dan tekanan gas meningkat. Beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA busi akan melentikkan bunga api dan mulai membakar campuran gas tadi (langkah ini disebut langkah compresi)
Langkah Usaha Dan Buang • Setelah putaran ke dua atau 360° • Piston bergerak dari TMA ke TMB	<u>Di atas piston</u> Ketika piston mencapai TMA campuran gas segar yang dikompresikan dinyalakan oleh busi. Gas yang terbakar mengakibatkan ledakan yang menghasilkan tenaga sehingga mendorong piston memutar poros engkol melalui connecting rod sewaktu piston bergerak kebawah menuju TMB (langkah usaha). Beberapa derajat setelah piston bergerak ke TMB lubang buang terbuka oleh kepala piston, gas-gas bekas keluar melalui saluran buang (langkah buang)

Ringkasan materi tabel:

1. Titik mati atas (TMA) adalah tempat berhentinya piston bergerak pada bagian atas silinder.
2. Titik mati bawah (TMB) adalah tempat berhentinya gerak piston di bagian bawah silinder.
3. Pada 1/2 putaran poros engkol pertama (180°) dari TMB ke TMA - Di bawah piston : Langkah isap atau pengisian ruang engkol - Di atas piston : Langkah kompresi

4. Pada 1/2 putaran poros engkol berikutnya (3600) dari TMA ke TMB - Di atas piston :

Langkah usaha dan langkah buang

- Di bawah piston : Pembilasan

- Prinsip pembilasan dinamakan dengan pembilasan berputar yaitu: lubang transfer berada di kanan dan di kiri saluran knalpot. Udara segar masuk bersamaan melalui kedua lubang tersebut yang berada berlawanan dinding cylinder dan membelok keatas. Kemudian aliran berputar kebawah ke lubang pengeluaran mendorong gas sisa pembakaran keluar dari cylinder.

Keuntungan Dan Kerugian Mesin Dua Langkah

a. Keuntungan :

Proses pembakaran terjadi setiap putaran poros engkol, sehingga putaran poros engkol lebih halus untuk itu putaran lebih rata.

- Tidak memerlukan klep, komponen part lebih sedikit, perawatan lebih mudah dan relatif murah
- Momen puntir untuk putaran lanjutan poros lebih kecil sehingga menghasilkan gerakan yang halus
- Bila dibandingkan dengan mesin empat langkah dalam kapasitas yang sama, tenaga yang dihasilkan lebih besar
- Proses pembakaran terjadi 2 kali, sehingga tenaga lebih besar

b. Kerugian :

- Langkah masuk dan buang lebih pendek, sehingga terjadi kerugian langkah tekanan kembali gas buang lebih tinggi
- Karena pada bagian silinder terdapat lubang-lubang, timbul gesekan antara ring piston dan lubang akibatnya ring piston akan lebih cepat aus.
- Karena lubang buang terdapat pada bagian silinder maka akan mudah timbul panas
- Putaran rendah sulit diperoleh
- Konsumsi pelumas lebih banyak.

Sepeda motor yang menggunakan mesin dua langkah : - Yamaha

- Yamaha RX King

- Yamaha RX S

- Yamaha Alfa

- Suzuki Tornado GS

- Vespa Super

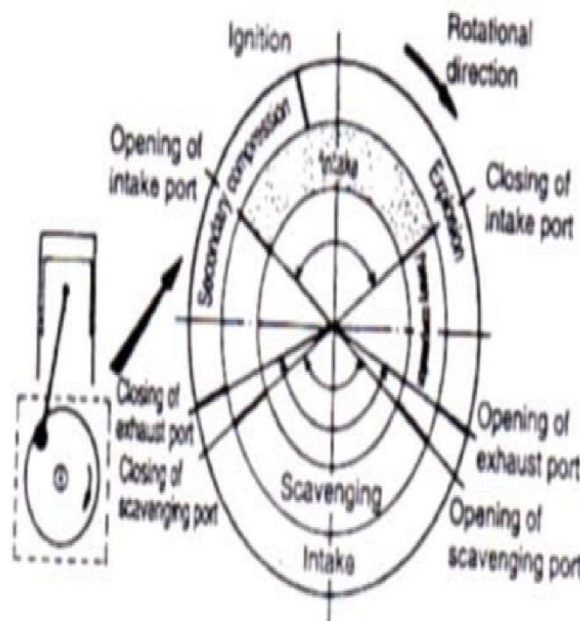
- Vespa PX

- Suzuki Tornado GX

Ciri-ciri umum sepeda motor mesin dua langkah:

- Sistem pelumasannya dicampurkan kedalam bensin maka gas buang mesin dua langkah berwarna putih
- Suara mesin lebih halus karena setiap dua langkah terjadi satu kali pembakaran bensin
- Pemakaian bahan bakar lebih boros
- Menggunakan dua fungsi pelumasan yaitu untuk melumasi ruang engkol, piston, dan dinding silinder serta untuk melumasi transmisi.

- Memiliki dua buah ring piston, yaitu ring kompresi pertama dan ring kompresi kedua.



Gambar 84 Diagram port timing

Gerak keatas dan kebawah dari piston akan membuka dan menutup lubang pemasukan, pembuangan dan lubang transfer yang berada pada silinder, peristiwa ini diselesaikan di ruang pembakaran (diatas piston) dan didalam crankcase (dibawah piston). Terbuka dan tertutupnya lubang tersebut ditentukan oleh posisi dan ukuran lubang itu. Peristiwa terbuka dan tertutupnya lubang-lubang itu diistilahkan dengan port timing”.

2. Cara Kerja Mesin Empat Langkah

Sebagaimana telah dikemukakan pada pendahuluan, mesin empat langkah memerlukan 2 putaran poros engkol (4 gerakan piston) untuk menyelesaikan 1 siklus di dalam silinder. Beberapa contoh sepeda motor yang menggunakan mesin empat langkah sebagai berikut:

- Suzuki Shogun
- Honda CG
- Honda GL
- Honda GL Max
- Yamaha Vega
- Suzuki Thunder - Honda Supra XX - Honda Nova Sonic125 RX
- Honda New Sonic - Honda Legenda
- Honda GL Pro
- Honda Tiger 2000 - Honda Supra X

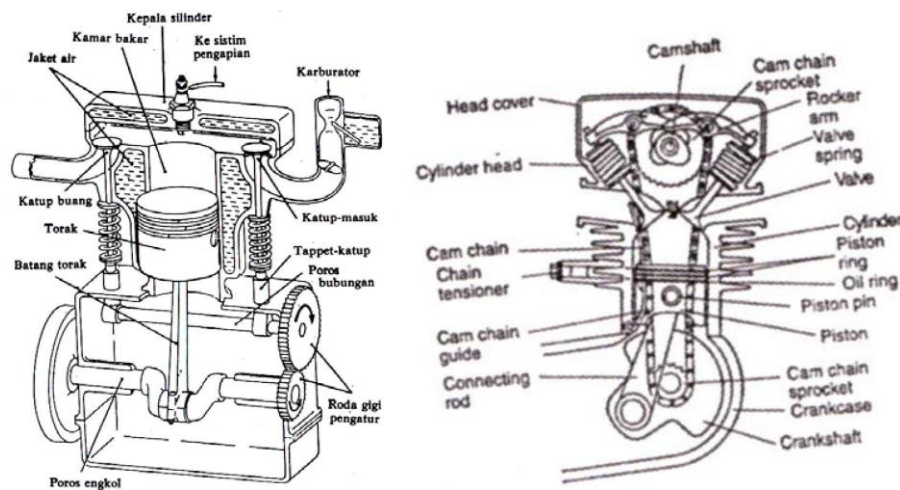
Ciri-ciri umum sepeda motor mesin empat langkah: - Gas buang tidak berwarna (kecuali ada kerusakan) - Bahan bakar lebih irit

- Menggunakan satu minyak pelumas untuk melumasi ruang engkol, piston, dinding silinder dan transmisi

Keuntungan Dan Kerugian Mesin empat langkah

a. Keuntungan mesin empat langkah:

- Karena proses pemasukan, kompresi, kerja, dan buang prosesnya berdiri sendiri-sendiri sehingga lebih presisi, efisien dan stabil, jarak putaran dari rendah ke tinggi lebih lebar (500- 10000 rpm).
 - Kerugian langkah karena tekanan balik lebih kecil dibanding mesin dua langkah sehingga pemakaian bahan bakar lebih hemat.
 - Putaran rendah lebih baik dan panas mesin lebih dapat didinginkan oleh sirkulasi oli
 - Langkah pemasukan dan buang lebih panjang sehingga efisiensi pemasukan dan tekanan efektif rata-rata lebih baik
 - Panas mesin lebih rendah dibanding mesin dua langkah
- b. Kerugian mesin empat langkah:
- Komponen dan mekanisme gerak klep lebih banyak, sehingga perawatan lebih sulit
 - Suara mekanis lebih gaduh
 - Langkah kerja terjadi dengan 2 putaran poros engkol, sehingga keseimbangan putar tidak stabil, perlu jumlah silinder lebih dari satu dan sebagai peredam getaran.

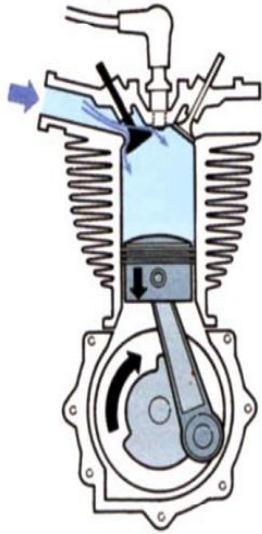


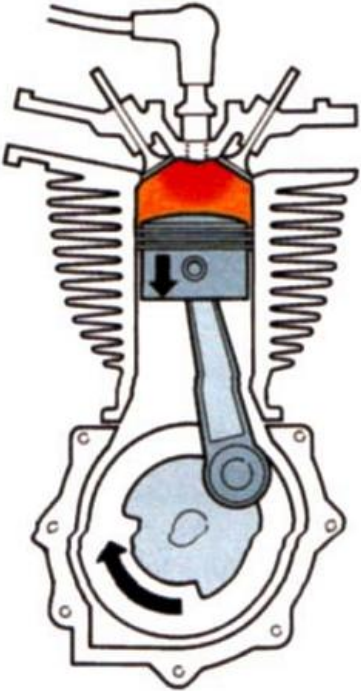
Gambar 85 Irisan penampang mesin sepeda Motor empat langkah

Sebagaimana telah dikatakan di pendahuluan, mesin empat langkah memerlukan 2 putaran poros engkol (4 gerakan piston) untuk menyelesaikan 1 siklus didalam cylinder. Untuk lebih jelasnya lihat tabel 3.

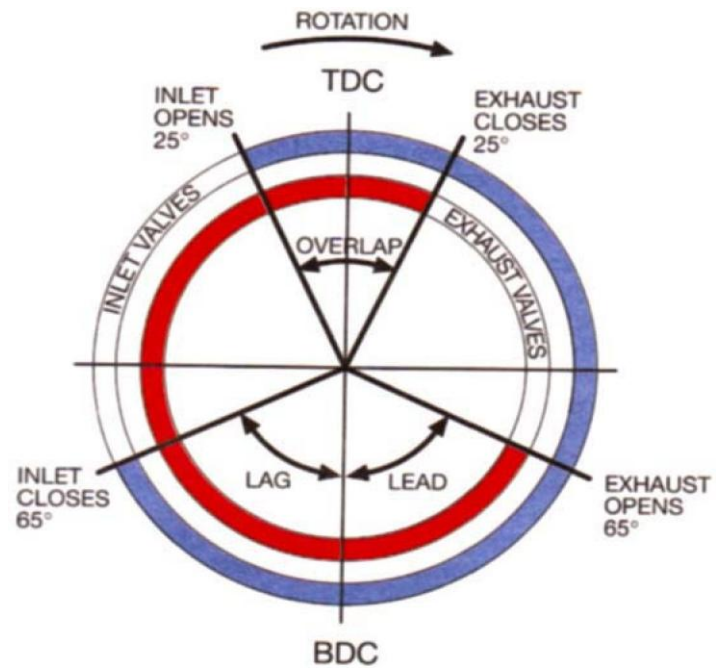
Tab 3. Cara kerja mesin empat langkah

Proses	Penjabaran Langkah dan Gambar
Langkah isap (suction stroke) - Katup masuk terbuka, katup buang tertutup - Piston bergerak dari TMA ke TMB	Sewaktu piston bergerak kebawah tekanan di ruang pembakaran menjadi hampa (vakum). Perbedaan tekanan udara luar yang tinggi dengan tekanan hampa, mengakibatkan udara akan mengalir dan bercampur dengan gas. Selanjutnya gas tersebut melalui klep pemasukan yang terbuka mengalir masuk dalam ruang cylinder.

			
Proses	Penjabaran Langkah dan Gambar	Proses	Penjabaran Langkah dan Gambar
Langkah kompresi (compression stroke) - Katup masuk dan katup buang tertutup - Piston bergerak dari TMB ke TMA	Setelah melakukan pengisian, piston yang sudah mencapai TMB kembali lagi bergerak menuju TMA, ini memperkecil ruang di atas piston, sehingga campuran udara-bahan bakar menjadi padat, tekanan dan suhunya naik. Tekanannya naik kira-kira tiga kali lipat. Beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA terjadi letikan bunga api listrik dari busi yang membakar campuran udara-bahan bakar. Sewaktu piston bergerak keatas, klep pemasukan tertutup dan pada waktu yang sama klep buang juga tertutup. Campuran di ruang pembakaran dicompresi sampai TMA, sehingga dengan demikian mudah dinyalakan dan cepat terbakar.	Langkah kerja (explosion/power stroke) - Katup masuk dan katup buang masih tertutup - Piston bergerak dari TMA ke TMB	Campuran terbakar sangat cepat, proses pembakaran menyebabkan campuran gas akan mengembang dan memuai, dan energi panas yang dihasilkan oleh pembakaran dalam ruang bakar menimbulkan tekanan ke segala arah dan tekanan pembakaran mendorong piston kebawah (TMB), selanjutnya memutar poros engkol melalui connecting rod

	
Proses	Penjabaran Langkah dan Gambar
Langkah pembuangan (exhaust stroke) • Katup masuk tertutup • Katup buang terbuka • Piston bergerak dari TMB ke	Sebelum piston bergerak kebawah ke TMB, klep pengeluaran terbuka dan gas sisa pembakaran mengalir keluar. Sewaktu piston mulai naik dari TMB, piston mendorong gas sisa pembakaran yang masih tertinggal keluar melalui katup buang dan saluran buang ke atmosfer. Setelah piston mulai turun dari TMA klep pengeluaran tertutup dan campuran mulai mengalir kedalam cylinder.

Saat membuka dan menutup klep pemasukan dan pengeluaran yang berhubungan dengan posisi piston disebut "valve timing"



Gambar 86 Diagram valve Timing

BAB 5. MELAKUKAN PERBAIKAN UNIT KOPLING SEPEDA MOTOR

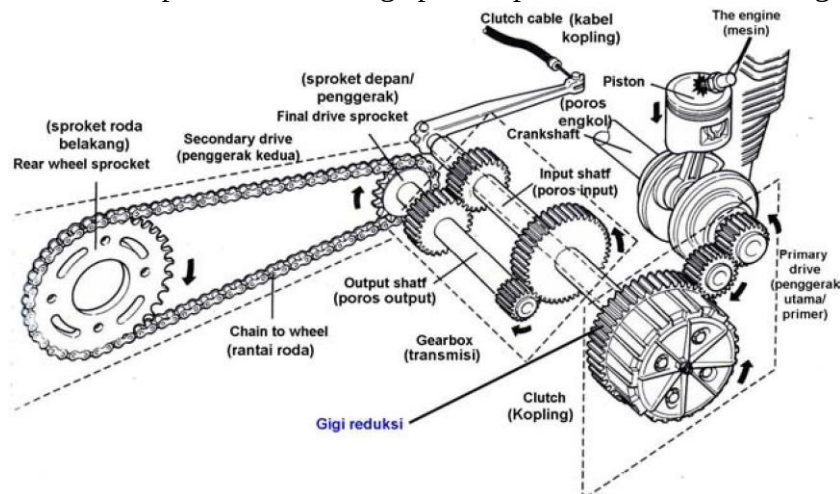
5.1. MENDIAGNOSIS GANGGUAN PADA SISTEM KOPLING SEPEDA MOTOR

A. PRINSIP PEMINDAHAN TENAGA

Sepeda motor dituntut bisa dioperasikan atau dijalankan pada berbagai kondisi jalan. Namun demikian, mesin yang berfungsi sebagai penggerak utama pada sepeda motor tidak bisa melakukan dengan baik apa yang menjadi kebutuhan atau tuntutan kondisi jalan tersebut. Misalnya, pada saat jalanan mendaki, sepeda motor membutuhkan momen puntir (torsi) yang besar namun kecepatan atau laju sepeda motor yang dibutuhkan rendah. Pada saat ini walaupun putaran mesin tinggi karena katup trotel atau katup gas dibuka penuh namun putaran mesin tersebut harus dirubah menjadi kecepatan atau laju sepeda motor yang rendah. Sedangkan pada saat sepeda motor berjalan pada jalan yang rata, kecepatan diperlukan tapi tidak diperlukan torsi yang besar.

Berdasarkan penjelasan di atas, sepeda motor harus dilengkapi dengan suatu sistem yang mampu menjembatani antara output mesin (daya dan torsi mesin) dengan tuntutan kondisi jalan. Sistem ini dinamakan dengan sistem pemindahan tenaga.

Prinsip kerja mesin dan pemindahan tenaga pada sepeda motor adalah sebagai berikut:



Gambar 87 Rangkaian pemindahan tenaga dari mesin sampai roda

5.1.1. MENGANALISA GANGGUAN KOPLING BERDASARKAN GEJALA

Ketika poros engkol (crankshaft) diputar oleh pedal kick starter atau dengan motor starter, piston bergerak naik turun (TMA dan TMB). Pada saat piston bergerak ke bawah, terjadi kevakuman di dalam silinder atau crankcase. Kevakuman tersebut selanjutnya menarik (menghisap) campuran bahan bakar dan udara melalui karburator (bagi sistem bahan bakar konvensional). Sedangkan bagi sistem bahan bakar tipe injeksi (tanpa karburator), proses pencampuran terjadi dalam saluran masuk sebelum katup masuk setelah terjadi penyemprotan bahan bakar oleh injektor.

Ketika piston bergerak ke atas (TMA) campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder dikompresi. Kemudian campuran dinyalakan oleh busi dan terbakar dengan cepat (peledakan). Gas hasil pembakaran tersebut melakukan ekspansi (pengembangan) dan mendorong piston ke bawah (TMB). Tenaga ini diteruskan melalui connecting rod (batang piston), lalu memutar crankshaft. menekan piston naik untuk mendorong gas hasil pembakaran. Selanjutnya piston melakukan langkah yang sama. Gerak piston naik turun yang berulang-ulang diubah menjadi gerak putar yang halus. Tenaga putar dari

crankshaft ini akan dipindahkan ke roda belakang melalui roda gigi reduksi, kopling, gear box (transmisi), sprocket penggerak, rantai dan roda sprocket. Gigi reduksi berfungsi untuk mengurangi putaran mesin agar terjadi penambahan tenaga.

B. KOMPONEN SISTEM PEMINDAH TENAGA

1. Kopling (Clutch)

Kopling berfungsi meneruskan dan memutuskan putaran dari poros engkol ke transmisi (perseneling) ketika mulai atau pada saat mesin akan berhenti atau memindahkan gigi. Umumnya kopling yang digunakan pada sepeda motor adalah kopling tipe basah dengan plat ganda, artinya kopling dan komponen kopling lainnya terendam dalam minyak pelumas dan terdiri atas beberapa plat kopling.

Tipe kopling yang digunakan pada sepeda motor menurut cara kerjanya ada dua jenis yaitu kopling mekanis dan kopling otomatis. Cara melayani kedua jenis kopling ini sewaktu membebaskan (memutuskan) putaran poros engkol sangat berbeda.

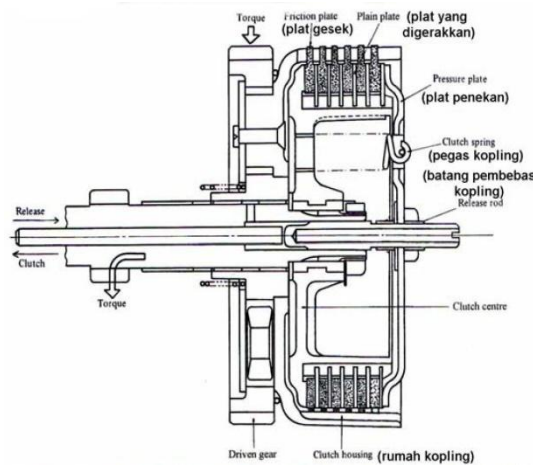
a. Kopling Mekanis (Manual Clutch)

Kopling mekanis adalah kopling yang cara kerjanya diatur oleh handel kopling, dimana pembebasan dilakukan dengan cara menarik handel kopling pada batang kemudi. Kedudukan kopling ada yang terdapat pada crankshaft (poros engkol/kruk as) (misalnya: Honda S90Z, Vespa, Bajaj dan lain-lain) dan ada yang berkedudukan pada as primer (input/main shaft) (misalnya: Honda CB 100 dan CB 125, Yamaha, Suzuki dan Kawasaki).

Sistem kopling mekanis terdiri atas bagian-bagian berikut yaitu a) mekanisme handel terdiri atas: handel, tali kopling (kabel kopling), tuas (batang) dan pen pendorong. b) mekanisme kopling terdiri atas (gambar 7.2): gigi primer kopling (driven gear), rumah (clutch housing), plat gesek (friction plate) plat kopling (plain plate), per (coil spring), pengikat (baut), kopling tengah (centre clutch), plat tutup atau plat penekan (pressure plate), klep penjamin dan batang penekan/pembebas (release rod).

Rumah kopling (clutch housing) ditempatkan pada poros utama (main shaft) yaitu poros yang menggerakkan semua roda gigi transmisi. Tetapi rumah kopling ini bebas terhadap poros utama, artinya bila rumah kopling berputar poros utama tidak ikut berputar. Pada bagian luar rumah kopling terdapat roda gigi (driven gear) yang berhubungan dengan roda gigi pada poros engkol sehingga bila poros engkol berputar maka rumah kopling juga ikut berputar.

Agar putaran rumah kopling dapat sampai pada poros utama maka pada poros utama dipasang hub kopling (clutch sleeve hub). Untuk menyatukan rumah kopling dengan hub kopling digunakan dua tipe pelat, yaitu pelat tekan (clutch driven plate/plain plate) dan pelat gesek (clutch drive plate/friction plate). Pelat gesek dapat bebas bergerak terhadap hub kopling, tetapi tidak bebas terhadap rumah kopling. Sedangkan pelat tekan dapat bebas bergerak terhadap rumah kopling, tetapi tidak bebas pada hub kopling.



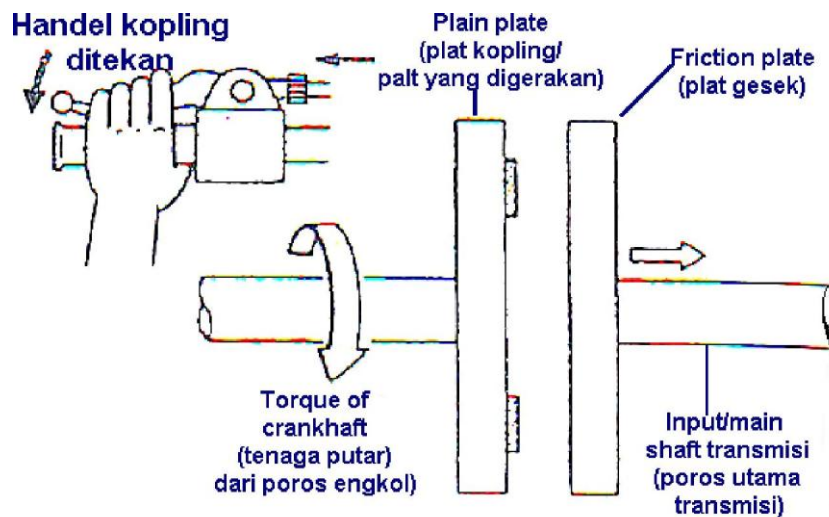
Gambar 88 Konstruksi kopling plat banyak dengan penggerak tipe coil spring (pegas keong)

Cara kerja kopling mekanis adalah sebagai berikut:

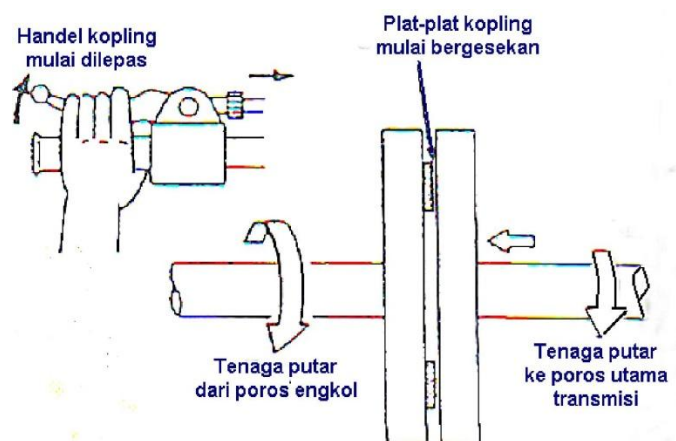
Bila handel kopling pada batang kemudi bebas (tidak ditarik) maka pelat tekan dan pelat gesek dijepit oleh piring penekan (clutch pressure plate) dengan bantuan pegas kopling sehingga tenaga putar dari poros engkol sampai pada roda belakang.

Sedangkan bila handel kopling pada batang kemudi ditarik maka kawat kopling akan menarik alat pembebas kopling. Alat pembebas kopling ini akan menekan batang tekan (pushrod) atau release rod yang ditempatkan di dalam poros utama. Pushrod akan mendorong piring penekan ke arah berlawanan dengan arah gaya pegas kopling. Akibatnya pelat gesek dan pelat tekan akan saling merenggang dan putaran rumah kopling tidak diteruskan pada poros utama, atau hanya memutar rumah kopling dan pelat geseknya saja.

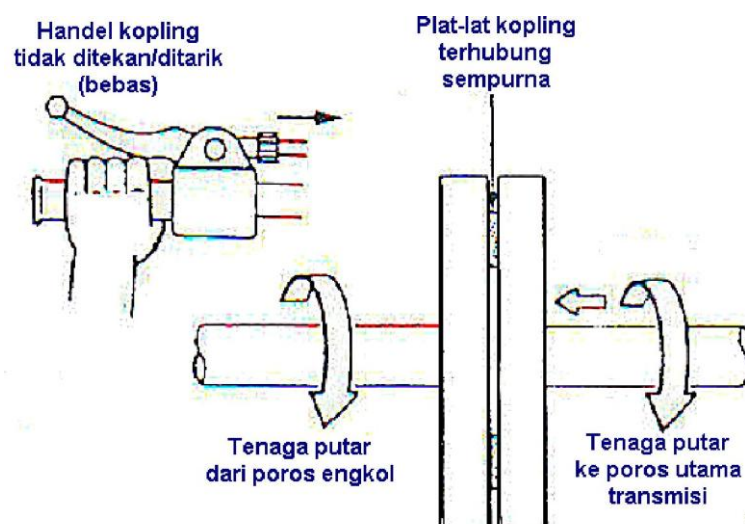
Ilustrasi aliran tenaga (putaran) dari mesin ke transmisi adalah seperti terlihat pada gambar 7.3, 7.4 dan 7.5 berikut ini. Gambar 7.3 mengilustrasikan saat handel kopling ditekan sehingga kopling saat ini tidak meneruskan putaran dari mesin ke transmisi. Pada gambar 7.4 mengilustrasikan saat handel kopling mulai dilepas sehingga saat ini plat-plate pada kopling mulai berhubungan antara satu dengan yang lainnya sehingga putaran dari mesin (cranshaft) mulai diteruskan ke transmisi. Sedangkan pada gambar 7.5 mengilustrasikan saat handel kopling dilepas penuh sehingga putaran dari mesin diteruskan dengan sempurna ke transmisi karena antara plat kopling dan plat gesek pada kopling sudah saling berhubungan.



Gambar 89 Putaran mesin tidak diteruskan ke transmisi saat handel kopling ditekan



Gambar 90 Putaran mesin mulai diteruskan ke Transmisi saat handel kopling mulai dilepas

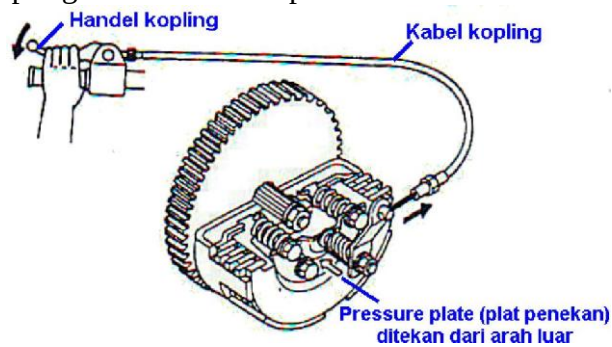


Gambar 91 Putaran mesin diteruskan dengan sempurna ke transmisi saat handel kopling dilepas

Pada tipe kopling mekanik terdapat dua cara untuk membebaskan kopling (putaran mesin tidak diteruskan ke transmisi), yaitu secara manual dan hidrolik. Metode pembebasan kopling secara manual adalah dengan menggunakan kabel kopling yang ditarik oleh handel kopling.

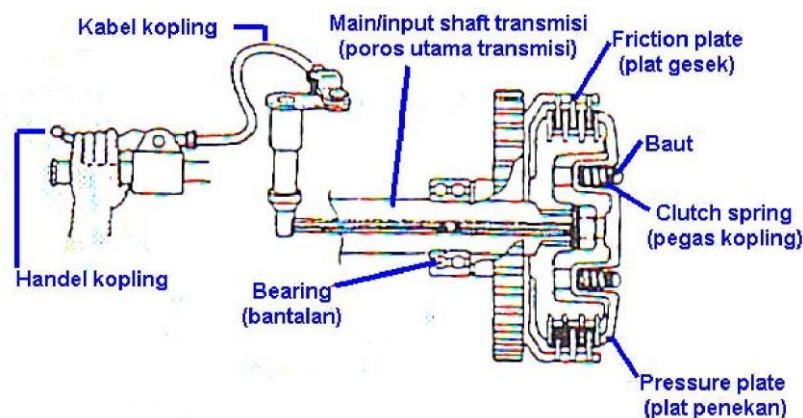
Terdapat tiga tipe untuk pembebasan kopling secara manual, yaitu:

1) Tipe dengan mendorong dari arah luar (outer push type) Pada tipe ini, jika handel kopling ditarik, plat penekan (pressure plate) akan ditekan ke dalam dari arah sebelah luar. Dengan tertekannya plat penekan tersebut, plat kopling akan merenggang dari plat penekan, sehingga kopling akan bebas dan putaran mesin tidak diteruskan ke transmisi.



Gambar 92 Pembebas kopling dengan outer push type

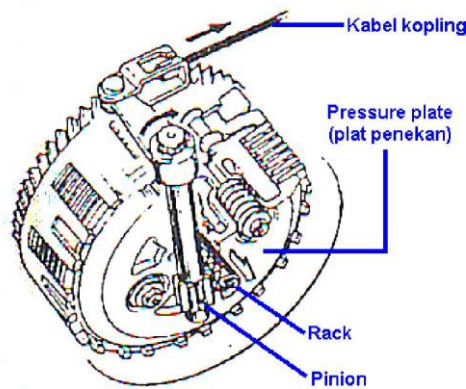
2) Tipe dengan mendorong ke arah dalam (inner push type) Pada tipe ini, jika handel kopling ditarik, plat penekan (pressure plate) akan ditekan ke luar dari arah sebelah dalam. Dengan tertekannya plat penekan tersebut, plat kopling akan merenggang dari plat penekan, sehingga kopling akan bebas dan putaran mesin tidak diteruskan ke transmisi.



Gambar 93 Pembebas kopling dengan inner push type

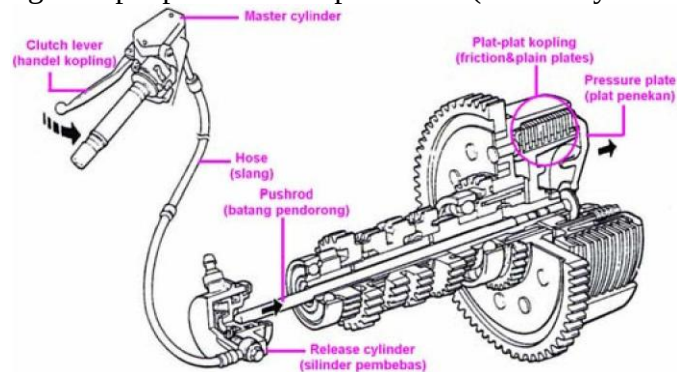
3) Tipe rack and pinion

Pada tipe ini, dimungkinkan kopling dapat dihubungkan dan dilepas secara langsung. Konstruksinya sederhana namun mempunyai daya tahan yang tinggi sehingga cocok untuk sepeda motor bermesin putaran tinggi



Gambar 94 Pembebas kopling dengan rack and pinion type

Sedangkan metode pembebasan kopling tipe mekanik dengan menggunakan sistem hidrolik adalah dengan mengganti fungsi kabel kopling oleh cairan hidrolik. Cara kerjanya hampir sama dengan sistem rem yang menggunakan cairan/fluida hidrolik. Jika handel kopling/tangkai kopling ditarik, batang pendorong (pushrod) pada master cylinder mendorong cairan hidrolik yang berada pada slang. Kemudian cairan hidrolik tersebut menekan piston yang terdapat pada silinder pembebas (release cylinder).



Gambar 95 Pembebas kopling dengan sistem hidrolik

Akibatnya piston bergerak keluar dan mendorong pushrod yang terdapat pada bagian dalam poros utama transmisi. Pergerakan pushrod pada poros utama transmisi tersebut akan menyebabkan plat penekan pada kopling tertekan sehingga kopling akan terbebas dan putaran mesin tidak diteruskan ke transmisi.

Metode pembebasan kopling tipe mekanik dengan menggunakan sistem hidrolik mempunyai keuntungan, antara lain; lembut dan ringan dalam membebaskan dan menghubungkan pergerakan kopling, bebas penyetelan dan perawatan terkecuali pemeriksaan berkala/rutin pada sistem hidrolik seperti ketinggian cairan hidrolik, dan penggantian cairan dan perapat (seal) hidrolik. Dengan pergerakan yang ringan tersebut, maka tipe ini bisa menggunakan pegas kopling (clutch spring) yang lebih kuat dibanding kopling tipe mekanik yang menggunakan kabel kopling. Pegas kopling yang lebih kuat akan menyebabkan daya tekan/cengkrum plat penekan menjadi lebih kuat juga saat kopling tersebut terhubung, sehingga proses penyambungan putaran mesin ke transmisi akan lebih baik.

b. Kopling Otomatis (Automatic Clutch)

Kopling otomatis adalah kopling yang cara kerjanya diatur oleh tinggi atau rendahnya putaran mesin itu sendiri, dimana pembebasan dilakukan secara otomatis, pada saat putaran rendah. Kedudukan kopling berada pada poros engkol/kruk as dan ada juga yang

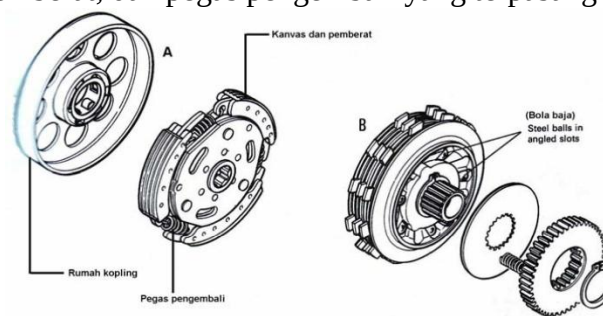
berkedudukan pada as primer persnelling/poros utama transmisi (main/input shaft transmisi) seperti halnya kopling mekanis.

Mekanisme atau peralatan kopling otomatis tidak berbeda dengan peralatan yang terdapat pada kopling mekanis, hanya tidak ada perlengkapan handel sebagai gantinya terdapat alat khusus yang bekerja secara otomatis pula seperti: a) otomatis kopling; terdapat pada kopling tengah (untuk kopling yang berkedudukan pada crankshaft), b) Bola baja keseimbangan gaya berat (roller weight); berguna untuk menekan palat dasar waktu digas, c) per kopling yang lemah; berguna untuk menetralkan (menolkan) kopling waktu mesin hidup langsam/idle, dan 4) pegas pengembali (return spring); berguna untuk mengembalikan cepat dari posisi masuk ke netral bila mesin hidup dari putaran tinggi menjadi rendah.

Kopling otomatis terdiri atas dua unit kopling yaitu kopling pertama dan kopling kedua. Kopling pertama ditempatkan pada poros engkol. Komponennya terdiri atas pasangan sepatu (kanvas) kopling, pemberat sentrifugal, pegas pengembali dan rumah kopling.

Cara kerjanya adalah sebagai berikut:

Pada putaran stasioner/langsam (putaran rendah), putaran poros engkol tidak diteruskan ke gigi pertama penggerak (primary drive gear) maupun ke gigi pertama yang digerakkan (primary driven gear). Ini terjadi karena rumah kopling bebas (tidak berputar) terhadap kanvas, pemberat, dan pegas pengembali yang terpasang pada poros engkol.



Gambar 96 Konstruksi kopling otomatis tipe centripugal, (A) centripugal tipe kanvas/sepatu, (B) centripugal tipe plat

Pada saat putaran mesin rendah (stasioner), gaya sentrifugal dan kanvas kopling, pemberat menjadi kecil sehingga sepatu kopling terlepas dari rumah kopling dan tertarik ke arah poros engkol, akibatnya rumah kopling yang berkaitan dengan gigi pertama penggerak menjadi bebas terhadap poros engkol.

Saat putaran mesin bertambah, gaya sentrifugal semakin besar sehingga mendorong kanvas kopling mencapai rumah kopling di mana gayanya lebih besar dari gaya tarik pengembali. Rumah kopling ikut berputar dan meneruskan ke tenaga gigi pertama yang digerakkan.

Sedangkan kopling kedua ditempatkan bersama primary driven gear pada poros center (countershaft) dan berhubungan langsung dengan mekanisme pemindah gigi transmisi/persnelling. Pada saat gigi persnelling dipindahkan oleh pedal pemindah gigi, kopling kedua dibebaskan oleh pergerakan poros pemindah gigi (gear shifting shaft).

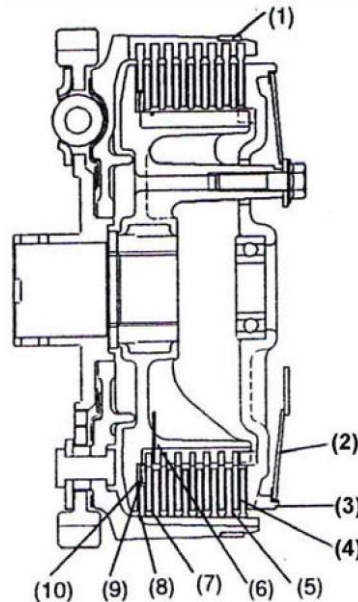
c. Tipe-tipe kopling

Selain dibedakan menurut cara kerjanya, tipe kopling juga bisa dibedakan sebagai berikut:

1) Berdasarkan Konstruksi Kopling:

a) Kopling tipe piringan

Kopling tipe piringan (disc) terdiri dari berbagai plat gesek (friction plate) sebagai plat penggerak untuk menggerakkan kopling. Plat gesek dan plat yang digerakkan (plain plate) pada tipe kopling manual digerakkan oleh per/pegas, baik jenis pegas keong (coil spring) seperti terlihat pada gambar 7.2 maupun pegas diapragma (diaphragm spring).



Gambar 97 Kopling piringan dengan penggerak tipe diaphragm spring

1. Strengthening ring (cincin penguat)
2. Diaphragm spring (pegas diapragma)
3. Pressure plate (plat penekan)
4. Plain plates (plat yang digerakkan)
5. Friction plates (plat gesek/penggerak)
6. Wire retaining ring (cincin kawat penahan)
7. Inner plain plate (plain plate bagian dalam)
8. Inner friction plate (friction plate bagian dalam)
9. Anti judder spring (pegas)
10. Anti judder spring seat (dudukan pegas)

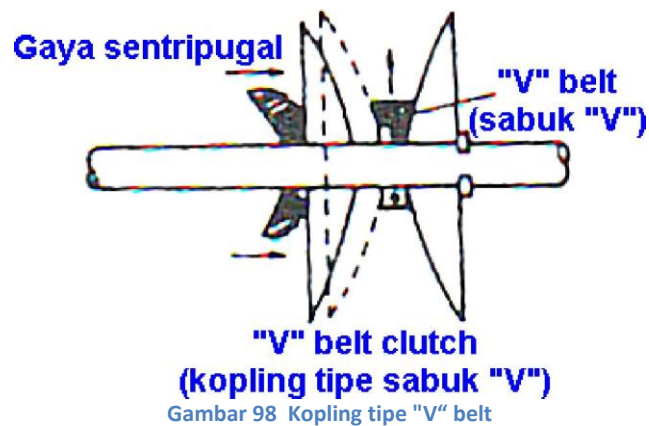
Selain kopling piringan yang digerakkan secara manual di atas, kopling piringan juga bisa digerakkan secara otomatis berdasarkan gerakan sentripugal. Konstruksi kopling piringan dengan gerakan sentripugal seperti terlihat pada gambar 7.10 bagian B pada bab sebelumnya.

b) Kopling sepatu sentrifugal

Kopling sepatu sentripugal (the shoe-type centrifugal clutch) terdiri dari susunan sepatu atau kanvas kopling yang akan bergerak ke arah luar karena gerakan sentripugal saat kopling berputar. Kopling tipe ini akan meneruskan putaran dari mesin ke transmisi setelah gerakan sepatunya ke arah luar berhubungan dengan rumah kopling (drum) sampai rumah kopling tersebut ikut berputar. Konstruksi kopling sepatu dengan gerakan sentripugal seperti terlihat pada gambar 7.10 bagian A pada pembahasan sebelumnya.

c) Kopling "V" Belt

Kopling "V" belt merupakan kopling yang terdiri dari sabuk (belt) yang berbentuk "V" dan puli (pulley). Kopling akan bekerja meneruskan putaran karena adanya gerakan tenaga sentripugal yang menjepit sabuk "V" tersebut.



Gambar 98 Kopling tipe "V" belt

2) Berdasarkan Kondisi Kerja kopling

a) Wet clutch (kopling basah)

Kopling basah merupakan salah satu tipe yang ditinjau berdasarkan kondisi kerja kopling, yaitu merendam bagian dalam kopling yang terdapat dalam crank case (bak poros engkol) dengan minyak pelumas/oli. Pelumas berfungsi sebagai pendingin untuk mencegah kopling terbakar. Fungsi lainnya adalah untuk melumasi bushing (bos) dan bearing (bantalan) yang terdapat pada rumah kopling dan melumasi kanvas dan gigi yang terdapat pada plat kopling. Bahan-bahan yang bergesekan pada kopling basah dirancang khusus agar dapat bekerja dalam rendaman oli dan bisa membuat kerja kopling sangat lembut. Oleh karena itu, kopling basah banyak digunakan pada sepeda motor.

b) Dry clutch (kopling kering)

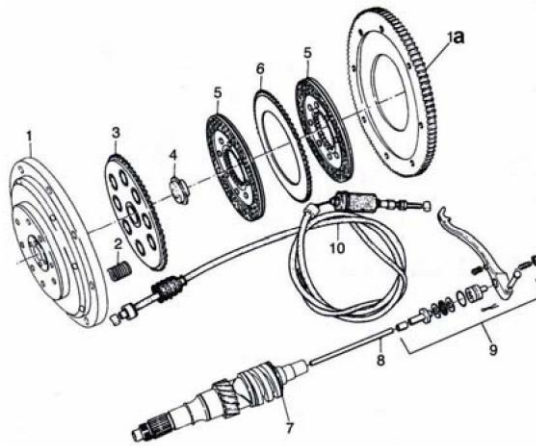
Kopling kering digunakan untuk mengatasi kelemahan kopling basah. Gesekan yang dihasilkan pada kopling basah tidak sebanyak kopling kering, sehingga memerlukan jumlah plat kopling yang lebih banyak. Disebut kopling kering karena penempatan kopling berada di luar ruang oli dan selalu terbuka dengan udara luar untuk menyalurkan panas yang dihasilkan saat kopling bekerja.

Namun demikian, penggunaan kopling kering umumnya terbatas untuk sepeda motor balap saja. Alasan utamanya adalah pada sepeda motor balap dibutuhkan respon kopling yang baik dan cepat walau kerja kopling yang dihasilkan tidak selembut kopling basah. Selain itu, dengan kopling kering, tentunya akan mengurangi berat sepeda motor.

3) Berdasarkan tipe plat kopling (plate clutch)

a) Single or double plate type (plat kopling tunggal atau ganda)

Plat kopling tunggal atau ganda digunakan pada sepeda motor yang poros engkol-nya (crankshaft) sejajar dengan rangka (rumah transmisi/persnelling) dan kopling tersebut dibautkan pada ujung rangka tersebut. Kopling mempunyai rumah tersendiri yang berada diantara mesin dan transmisi. Diameter kopling dibuat besar agar menghasilkan luas permukaan gesek yang besar karena hanya terdiri dari satu atau dua buah plat kopling.



Gambar 99 Konstruksi plat kopling ganda

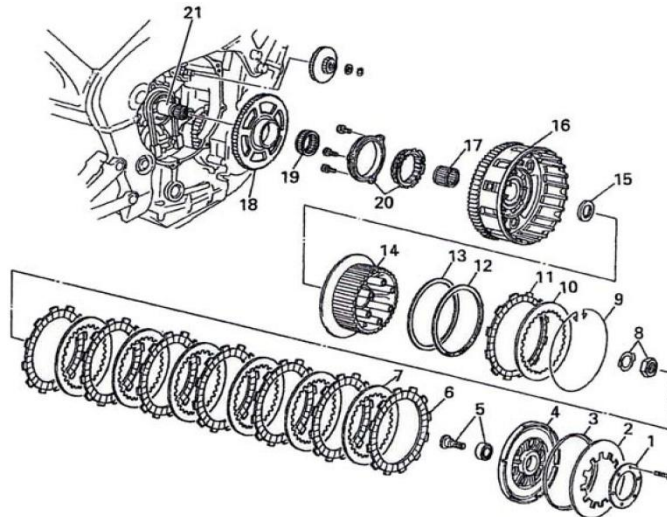
1a. Flywheel (roda gaya)

1. Clutch housing (rumah kopling)
2. Spring (pegas)
3. Pressure plate (plat penekan)
4. Pressure plate lifter (pengangkat plat penekan)
5. Friction plates (plat gesek/penggerak)
6. Plain plates (plat yang digerakkan)
7. Gearbox input shaft (poros masuk transmisi)
8. Pushrod (batang pendorong)
9. Mekanisme pembebas kopling
10. Kabel kopling

b) Multi-plate type (tipe plat kopling banyak)

Kopling plat banyak adalah suatu kopling yang terdiri dari plat gesek (friction plate) dan plat yang digerakkan (plain plate) lebih dari satu pasang. Biasanya plat gesek berjumlah 7, 8 atau 9 buah. Sedangkan plain plate selalu kurang satu dari jumlah plat gesek karena penempatan plain plate selalu diapit diantara plat gesek.

Pada umumnya sepeda motor yang mempunyai mesin dengan posisi poros engkol melintang menggunakan kopling tipe plat banyak. Alasannya adalah kopling dapat dibuat dengan diameter yang kecil. Kopling plat banyak juga sedikit lebih ringan dibanding kopling plat tunggal, namun masih bisa memberikan kekuatan dan luas permukaan gesek yang lebih besar. Kopling plat banyak yang digunakan pada sepeda motor modern pada umumnya kopling plat banyak tipe basah (wet multi -plate type). Konstruksi kopling plat banyak seperti terlihat pada gambar 7.2 dan gambar 7.11 pada pembahasan sebelumnya. Sedangkan contoh uraian komponen kopling plat banyak seperti terlihat pada gambar 7.14 di bawah ini.



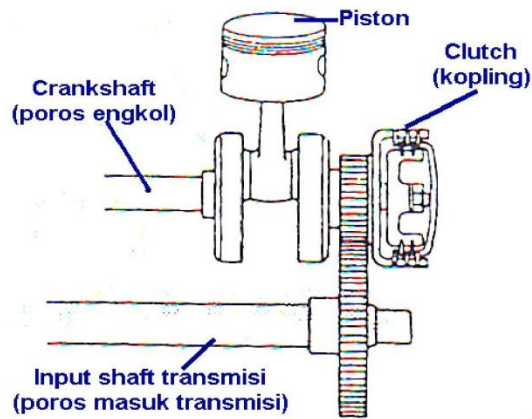
Gambar 100 Komponen tipe plat kopling banyak

1. Diaphragm spring retainer (penahan pegas diaphragma)
2. Diaphragm spring
3. Diaphragm spring seat (dudukan pegas diaphragma)
4. Pressure plate (plat penekan)
5. Pullrod and bearing (batang pendorong dan bantalan)
6. Friction plates (plat gesek)
7. Plain plates (plat yang digerakkan)
8. Nut and lockwasher (mur & cincin pengunci kopling)
9. Wire retaining ring (cincin kawat penahan)
10. Inner plain plate (plain plate bagian dalam)
11. Inner friction plate (plat gesek bagian dalam)
12. Anti judder spring (pegas)
13. Anti judder spring seat (dudukan pegas)
14. Clutch centre (kopling tengah)
15. Thrust washer (cincin pendorong)
16. Clutch housing (rumah kopling)
17. Needle bearing (bantalan)
18. Starter clutch gear (gigi kopling starter)
19. Needle bearing (bantalan)
20. Starter clutch sprag (ganjal kopling starter)
21. Gearbox input shaft (poros masuk transmisi)

4) Berdasarkan posisi kopling

a) Hubungan langsung

Maksud dari hubungan langsung adalah pemasangan kopling langsung pada ujung poros engkol (crankshaft) sehingga putaran kopling akan sama dengan putaran mesin. Sepeda motor yang posisi kopling-nya menggunakan tipe hubungan langsung harus dirancang sedemikian rupa agar daya tahan dan kerja kopling bisa tetap presisi dan baik.



Gambar 101 Posisi kopling tipe hubungan langsung

b) Tipe reduksi

Maksud dari tipe reduksi adalah pemasangan kopling berada pada ujung poros utama atau poros masuk transmisi (input shaft). Jumlah gigi kopling yang dipasang pada ujung poros utama transmisi lebih banyak dibanding jumlah gigi penggerak pada ujung poros engkol. Dengan demikian putaran kopling akan lebih lambat dibanding putaran mesin. Hal ini bisa membuat kopling lebih tahan lama. Konstruksi posisi kopling tipe reduksi seperti terlihat pada gambar 7.1 pada pembahasan awal bab ini.

2. Transmisi (Gear box)

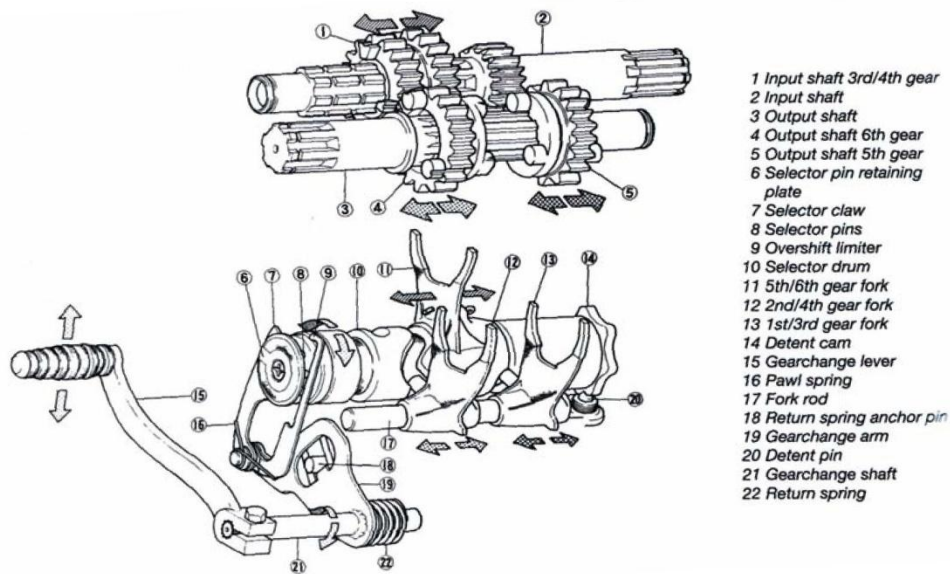
Prinsip dasar transmisi adalah bagaimana bisa digunakan untuk merubah kecepatan putaran suatu poros menjadi kecepatan yang diinginkan untuk tujuan tertentu. Gigi transmisi berfungsi untuk mengatur tingkat kecepatan dan momen (tenaga putaran) mesin sesuai dengan kondisi yang dialami sepeda motor. Transmisi pada sepeda motor terbagi menjadi; a) transmisi manual, dan b) transmisi otomatis.

Komponen utama dari gigi transmisi pada sepeda motor terdiri dari susunan gigi-gigi yang berpasangan yang berbentuk dan menghasilkan perbandingan gigi-gigi tersebut terpasang. Salah satu pasangan gigi tersebut berada pada poros utama (main shaft/input shaft) dan pasangan gigi lainnya berada pada poros luar (output shaft/ counter shaft). Jumlah gigi kecepatan yang terpasang pada transmisi tergantung kepada model dan kegunaan sepeda motor yang bersangkutan. Kalau kita memasukkan gigi atau mengunci gigi, kita harus menginjak pedal pemindahannya.

Tipe transmisi yang umum digunakan pada sepeda motor adalah tipe constant mesh, yaitu untuk dapat bekerjanya transmisi harus menghubungkan gigi-giginya yang berpasangan. Untuk menghubungkan gigi-gigi tersebut digunakan garu pemilih gigi/garpu persnelling (gearchange lever).

a. Transmisi Manual

Cara kerja transmisi manual adalah sebagai berikut:



Gambar 102 Contoh konstruksi kopling manual

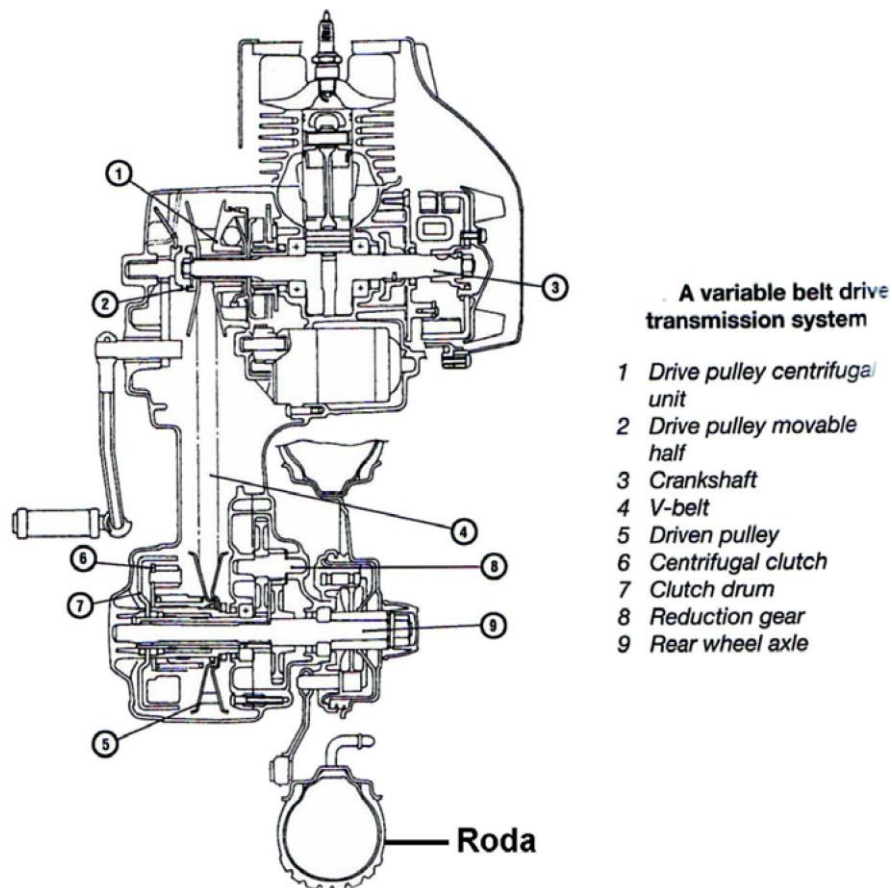
Pada saat pedal/tuas pemindah gigi ditekan (nomor 5 gambar 7.16), poros pemindah (21) gigi berputar. Bersamaan dengan itu lengan pemutar shift drum (6) akan mengait dan mendorong shift drum (10) hingga dapat berputar. Pada shift drum dipasang garpu pemilih gigi (11,12 dan 13) yang diberi pin (pasak). Pasak ini akan mengunci garpu pemilih pada bagian ulir cacing. Agar shift drum dapat berhenti berputar pada titik yang dikendaki, maka pada bagian lainnya (dekat dengan pemutar shift drum), dipasang sebuah roda yang dilengkapi dengan pegas (16) dan bintang penghenti putaran shift drum (6). Penghentian putaran shift drum ini berbeda untuk setiap jenis sepeda motor, tetapi prinsipnya sama.

Garpu pemilih gigi dihubungkan dengan gigi geser (sliding gear). Gigi geser ini akan bergerak ke kanan atau ke kiri mengikuti gerak garpu pemilih gigi. Setiap pergerakannya berarti mengunci gigi kecepatan yang dikehendaki dengan bagian poros tempat gigi itu berada.

Gigi geser, baik yang berada pada poros utama (main shaft) maupun yang berada pada poros pembalik (counter shaft/output shaft), tidak dapat berputar bebas pada porosnya (lihat no 4 dan 5 gambar 7.16). Lain halnya dengan gigi kecepatan (1, 2, 3, 4, dan seterusnya), gigi-gigi ini dapat bebas berputar pada masing-masing porosnya. Jadi yang dimaksud gigi masuk adalah mengunci gigi kecepatan dengan poros tempat gigi itu berada, dan sebagai alat penguncinya adalah gigi geser.

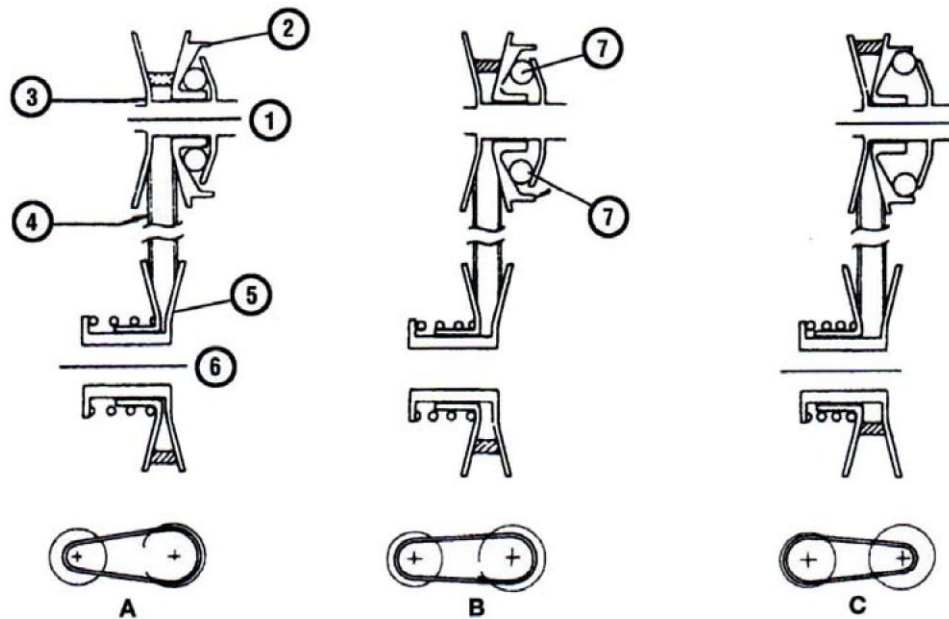
b. Transmisi Otomatis

Transmisi otomatis umumnya digunakan pada sepeda motor jenis scooter (skuter). Transmisi yang digunakan yaitu transmisi otomatis "V" belt atau yang dikenal dengan CVT (Constantly Variable Transmission). CVT merupakan transmisi otomatis yang menggunakan sabuk untuk memperoleh perbandingan gigi yang bervariasi.



Gambar 103 Konstruksi transmisi otomatis tipe CVT

Seperti terlihat pada gambar di atas transmisi CVT terdiri dari; dua buah puli yang dihubungkan oleh sabuk (belt), sebuah kopling sentripugal (6) untuk menghubungkan ke penggerak roda belakang ketika throttle gas di buka (diputar), dan gigi transmisi satu kecepatan untuk mereduksi (mengurangi) putaran. Puli penggerak/drive pulley centrifugal unit (1) diikatkan ke ujung poros engkol (crankshaft); bertindak sebagai pengatur kecepatan berdasarkan gaya sentripugal. Puli yang digerakkan/driven pulley (5) berputar pada bantalan poros utama (input shaft) transmisi. Bagian tengah kopling sentripugal/centripugal clutch (6) diikatkan/dipasangkan ke puli (5) dan ikut berputar bersama puli tersebut. Drum kopling/clutch drum (7) berada pada alur poros utama (input shaft) dan akan memutar poros tersebut jika mendapat gaya dari kopling. Kedua puli masing-masing terpisah menjadi dua bagian, dengan setengah bagiannya dibuat tetap dan setengah bagian lainnya bisa bergeser mendekat atau menjauhi sesuai arah poros. Pada saat mesin tidak berputar, celah puli penggerak (1) berada pada posisi maksimum dan celah puli yang digerakkan (5) berada pada posisi minimum. Pada gambar 7.18 di bawah ini dapat dilihat bahwa pergerakan puli (2) dikontrol oleh pergerakan roller (nomor 7 dalam gambar 7.18). Fungsi roller hampir sama dengan plat penekan pada kopling sentripugal. Ketika putaran mesin naik, roller akan terlempar ke arah luar dan mendorong bagian puli yang bisa bergeser mendekati puli yang diam, sehingga celah pulinya akan menyempit.



Gambar 104 Posisi dan cara kerja puli

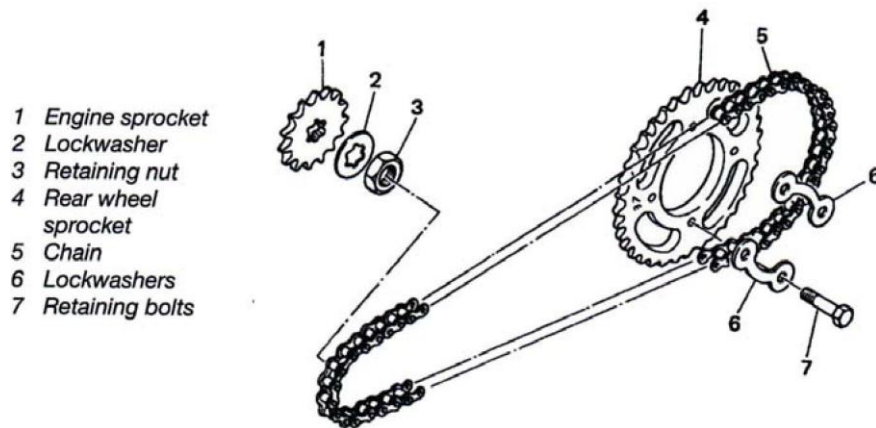
1. Ujung poros engkol
2. Puli penggerak
3. Bagian puli penggerak yang bisa bergeser
4. Sabuk (belt)
5. Puli yang digerakkan
6. Poros roda belakang
7. Roller

Ketika celah puli mendekat, maka akan mendorong sabuk ke arah luar. Hal ini akan membuat puli (2) tersebut berputar dengan diameter yang lebih besar. Setelah sabuk tidak dapat diregangkan kembali, maka sabuk akan meneruskan putaran dari puli (2) ke puli yang digerakkan (5).

Jika gaya dari puli (2) mendorong sabuk ke arah luar lebih besar dibandingkan dengan tekanan pegas yang menahan puli yang digerakkan (5), maka puli (5) akan tertekan melawan pegas, sehingga sabuk akan berputar dengan diameter yang lebih kecil. Kecepatan sepeda motor saat ini sama seperti pada gigi tinggi untuk transmisi manual (lihat ilustrasi bagian C gambar 7.18). Jika kecepatan mesin menurun, roller puli penggerak (7) akan bergeser ke bawah lagi dan menyebabkan bagian puli penggerak yang bisa bergeser merenggang. Secara bersamaan tekanan pegas di pada puli (5) akan mendorong bagian puli yang bisa digeser dari puli tersebut, sehingga sabuk berputar dengan diameter yang lebih besar pada bagian belakang dan diameter yang lebih kecil pada bagian depan. Kecepatan sepeda motor saat ini sama seperti pada gigi rendah untuk transmisi manual (lihat ilustrasi bagian A gambar 7.18).

3. Final Drive (Penggerak Akhir)

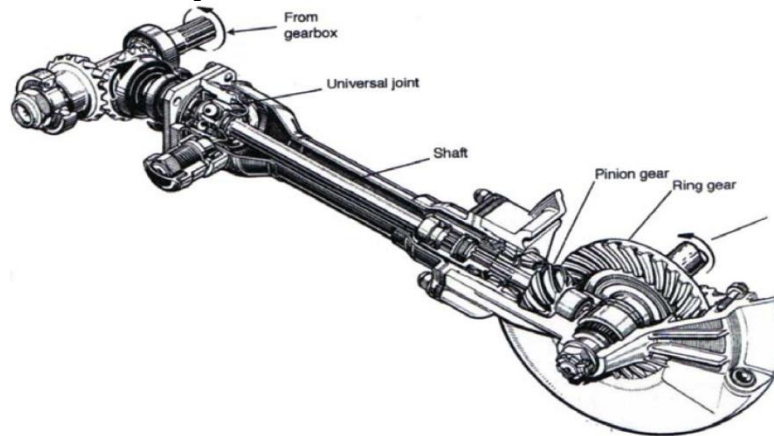
Final drive adalah bagian terakhir dari sistem pemindah tenaga yang memindahkan tenaga mesin ke roda belakang. Final drive juga berfungsi sebagai gigi pereduksi untuk mengurangi putaran dan menaikkan momen (tenaga). Biasanya perbandingan gigi reduksinya berkisar antara 2,5 sampai 3 berbanding 1 (2,5 atau 3 putaran dari transmisi akan menjadi 1 putaran pada roda).



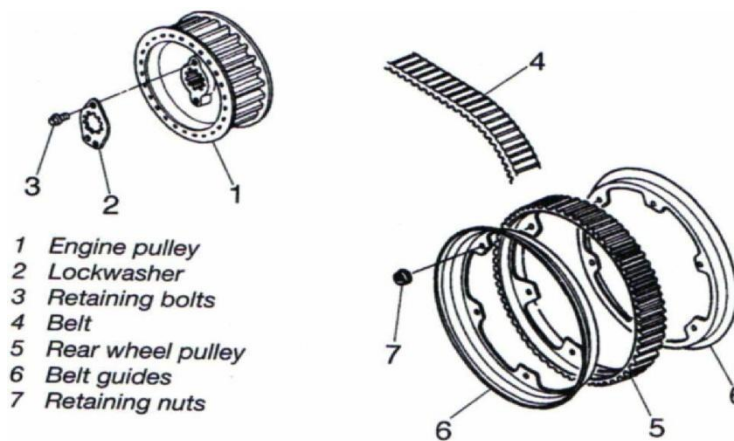
Gambar 105 Final drive jenis rantai dan sproket

Final drive pada sepeda motor sebagai bagian terpisah dari transmisi/persnelling, terkecuali scooter dengan transmisi CVT. Final drive dapat dilakukan dengan menggunakan rantai dan gigi sproket, sabuk dan puli, atau sistem poros penggerak. Jenis rantai dan sproket adalah jenis yang paling umum digunakan pada sepeda motor.

Final drive jenis poros penggerak (drive shaft) biasanya digunakan untuk sepeda motor model touring. Jenis ini cukup kuat, lebih terjaga kebersihannya dan perawatan rutinnya hanya saat penggantian oli. Namun demikian final drive jenis ini cukup berat dan biaya pembuatannya mahal. (lihat pada gambar 7.8). Sedangkan final drive jenis sabuk dan puli hanya dipakai pada beberapa sepeda motor saja, khususnya generasi awal sepeda motor, dimana power atau tenaga yang dihasilkan masih banyak yang rendah, sehingga penggunaan jenis sabuk dan puli masih efektif.



Gambar 106 Final drive jenis shaft drive



Gambar 107 Final drive jenis sabuk dan puli (belt and pulley)

C. PEMERIKSAAN DAN PERBAIKAN SISTEM PEMINDAH TENAGA

1. Jadwal Perawatan Berkala Sistem Pemindah Tenaga

Jadwal perawatan berkala sistem pemindah tenaga 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 di bawah ini menunjukkan jadwal perawatan berkala sistem pemindah tenaga 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 Pemindah Tenaga

No	Bagian Yang Diservis	Tindakan setiap dicapai jarak tempuh
1	Oli Transmisi (khusus mesin 2 tak)	Ganti setelah menempuh 1.000 km dan selanjutnya setelah 5.000 km
2	Kopling	Periksa setelah menempuh 1.000 km dan selanjutnya setelah 5.000 km
3	Rantai penggerak	Periksa, bersihkan, dan lumasi setiap 1.000 km

3. Sumber-Sumber kerusakan Sistem Pemindah Tenaga

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

Tabel 2. Sumber-Sumber kerusakan Sistem Pemindah Tenaga

Permasalahan	Kemungkinan Penyebab	Solusi (Jalan Keluar)
Kopling selip	1. Kanvas kopling aus	1. Ganti
	2. Penyetelan kopling yang Salah	1. Setel 2. Ganti
	3. Plat kopling aus	3. Ganti
Kopling macet Pemindahan gigi keras	1. Gaya/gerak kopling tidak Sama	1. Ganti
	2. Oli transmisi terlalu kental	2. Ganti dengan oli yang benar
Mesin hidup tetapi kendaraan tidak dapat	1. Kopling pertama rusak	1. Ganti kanvas kopling
	2. Penyetelan yang salah pada	2. Setel

jalan	kopling pemindah gigi (kedua)	
	3. Gigi transmisi macet	3. Ganti
	4. Counter shaft dan drive shaft rusak	4. Ganti
Saat kerja pemindah gigi terlalu cepat	1. Gaya berat kanvas kopling yang tidak sama	1. Ganti kanvas kopling
Saat kerja pemindah gigi terlalu lambat	1. Kanvas kopling aus	1. Ganti kanvas kopling

5. Pemeriksaan Kopling Otomatis

a. Sepeda motor ini dilengkapi dengan kopling otomatis yang fungsinya diatur oleh putaran mesin dan mekanis sentrifugal yang terletak di kopling. Untuk menjamin kemampuan daya tekan kopling secara keseluruhan, maka sengatlah perlu kopling dapat bekerja dengan lancar dan halus

b. Pemeriksaan hubungan pertama

- 1) Panaskan mesin hingga mencapai panas yang normal
- 2) Hubungkan digital engine tachometer.
- 3) Duduklah di atas sepeda motor, naikan putaran mesin secara perlahan dan lihatlah digital engine tachometer pada putaran berapa sepeda motor mulai bergerak maju.

c. Pemeriksaan saat kopling berfungsi untuk menentukan kopling dapat bekerja penuh dan tidak terjadi selip.

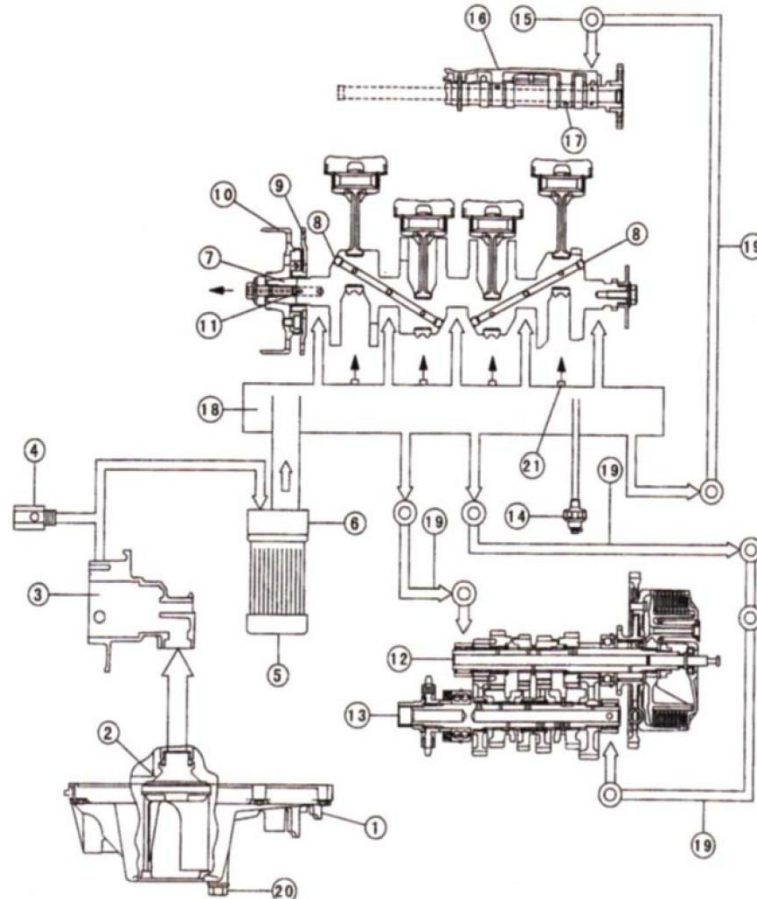
- 1) Injak peda rem belakang sekuat mungkin
- 2) Buka gas dengan singkat sampai habis dan perhatikan putaran

d. Jangan membuka gas sampai habis lebih dari 3 detik, karena dapat menyebabkan kopling atau mesin cepat rusak

MELAKUKAN PERBAIKAN SISTEM STARTER

6.1. MENGIDENTIFIKASI KOMPONEN SISTEM STARTER

Pada Motor empat langkah bak engkol merupakan satu kesatuan, baik untuk bagian motor bakar ataupun untuk kopling dan gigi transmisi.



- 1 Sump (oil pump) 8 Oil feed to con-rod journals 15 Oil feed to cylinder head
2 Oil strainer 9 Starter clutch gear 16 Camshaft caps
3 Oil pump 10 Alternator rotor 17 Camshaft
4 Pressure relief valve 11 Oil feed to starter clutch 18 Oil gallery
5 Oil filter 12 Gearbox input shaft 19 Oil pipes
6 Oil cooler 13 Gearbox output shaft 20 Oil drain plug
7 Crankshaft 14 Oil pressure switch 21 Oil jets (nozzles)

Gambar 108 Resirkulasi system pelumasan (Kawasaki ZX-6R)

Sepeda motor empat langkah pelumasannya hanya ada satu macam, yaitu dari bak engkol. Minyak pelumas diisi pada bak engkol. Dari bak engkol minyak pelumas dipercikkan ke dinding silinder untuk melumasi dinding silinder motor. Ring oli yang dipasang pada piston bertugas meratakan dan membersihkan oli pada dinding silinder tersebut. Oleh karena itu pada sepeda motor empat langkah dilengkapi dengan ring oli. Gambar 8.3 menunjukkan sistem resirkulasi pelumasan pada mesin empat langkah.

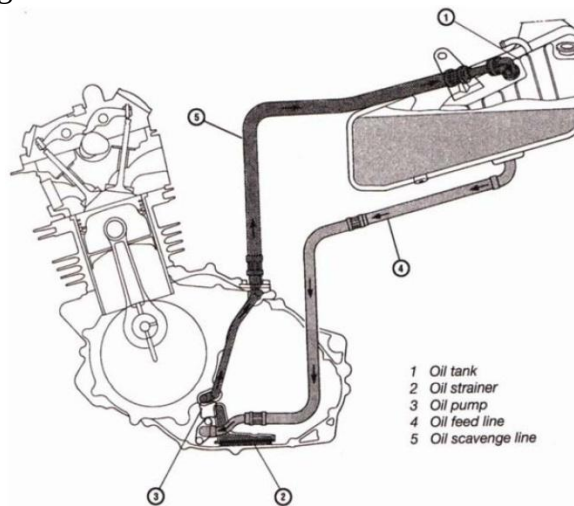
Penyimpanan Pelumas

Dasar dari pekerjaan sistim resirkulasi pada mesin empat langkah adalah terletak pada perbedaan dalam cara oli disimpan pada mesin.

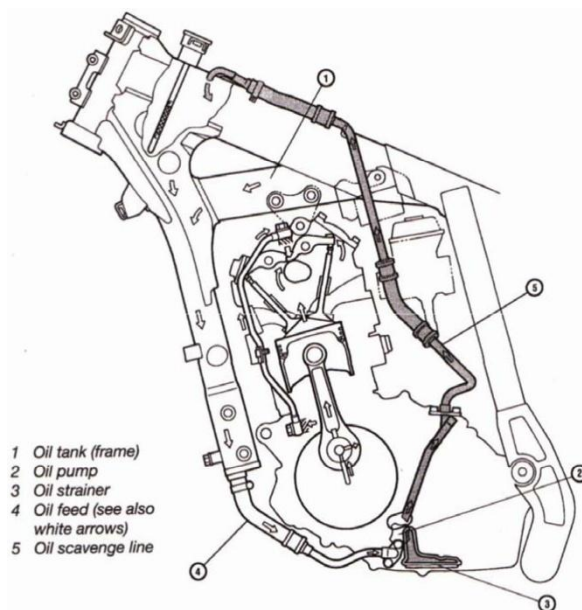
Ada dua sistem:

1. Sistem Tempat Oli Kering (Dry-Sump System)

Oli ditampung terpisah dalam tangki oli dan diberikan tekanan pompa melalui saluran yang sama dalam sistem wet sump. Setelah melumasi oli kembali ke crankcase dan disalurkan kembali ke tangki oleh pompa. Kopling dan transmisi dilumasi oleh cipratan oli dari pompa ke tangki oli.



Gambar 109 Sistem dry-sump



Gambar 110 Sistem dry-sump dengan penggunaannya pada rangka

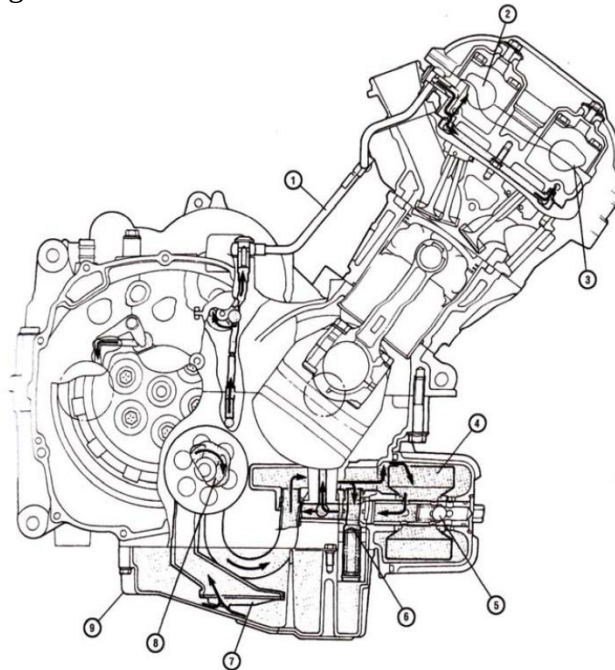
2. Sistem Tempat Oli Basah (Wet sump system)

Minyak pelumas berada di ruang oli yang ditempatkan dibawah crankcase, dari ruangnya oli naik dan diberikan menurut tekanan. Sebagian oli diberikan ke poros engkol dan sebagian ke penggerak katup. Sebagian oli pelumas dalam crankcase digunakan untuk melumasi dinding silinder. oli melumasi silinder piston dan ring piston dan kelebihan oli disapu kebawah oleh ring dan kemudian kembali ke crankcase.

Kopling dan trasmisi dilumasi dengan cipratan oli dari bak oli atau tekanan pompa oli.

Keuntungan Sistem Wet sump :

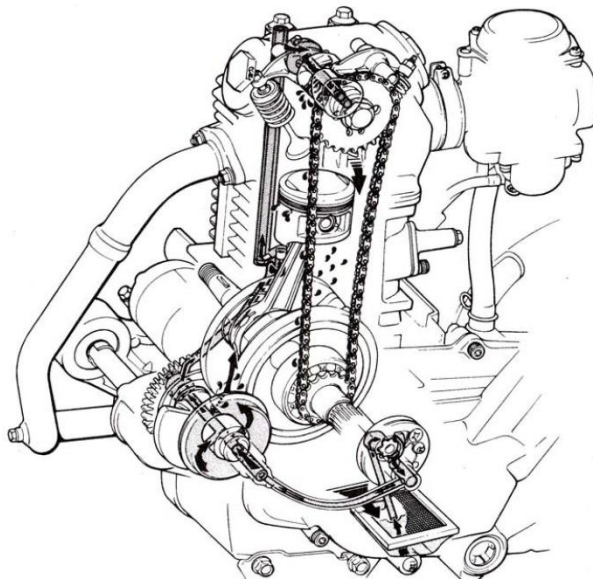
- a. Konstuksi sangat sederhana
- b. Memanasi mesin tidak terlalu lama.
- c. Jika oil dalam bak berkurang mudah mehambah.
- d. Sirkulasi oil lebih cepat dan cepat mencuci.
- e. Effisiensi pendinginan lebih rendah.



Keterangan gambar:

- | | | |
|--------------------------------------|-------------------------|------------------|
| 1 Oil delivery pipe to cylinder head | 4 Oil filter | 7 Oil strainer |
| 2 Inlet camshaft | 5 Bypass valve | 8 Oil pump |
| 3 Exhaust camshaft | 6 Pressure relief valve | 9 Sump (oil pan) |

Gambar 111 Pelumasan sistem basah (wet sump) dari mesin 4 silinder

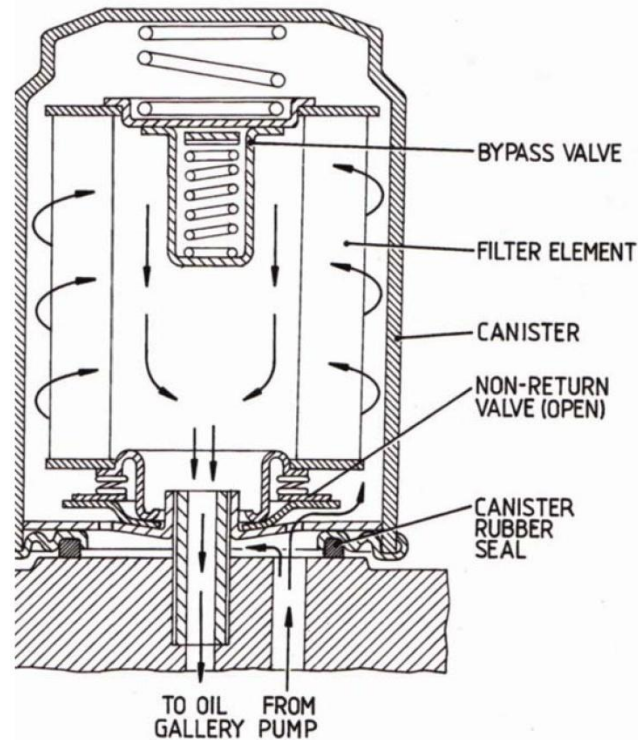


Gambar 112 Pelumasan sistem basah dari mesin satu silinder

Oli dibagian bawah crankcase dipompa keatas dengan pompa trochoid dengan sistim tekan dan disaring oleh filter sebelum di alirkan ke semua komponen yang perlu pelumasan.

Kebersihan

Sistem pelumasan mempunyai sistem saringan oli untuk membersihkan debu, metal dan carbon pembakaran. Jika komponen menjadi sangat kotor, akan menghasilkan efisiensi saringan yang rendah sehingga tidak bagus untuk membersihkan oli yang sudah dipakai. Untuk itu elemen filter oli harus dibersihkan atau diganti secara periodik.



Gambar 113 Spin-on type filter

Pompa Oli untuk sistem pelumasan mesin empat langkah

Pompa oli pada sepeda motor berfungsi untuk menyemprotkan oli agar bercampur dengan gas baru dan masuk ke dalam ruang bakar. Jumlah oli yang disemprotkan ke dalam ruang bakar tersebut harus sesuai dengan ketentuan. Oli yang disemprotkan tidak boleh terlalu banyak tetapi juga tidak boleh kurang. Jika oli yang disemprotkan terlalu banyak mengakibatkan ruang bakar menjadi cepat kotor oleh kerak/arang karbon dan polusi yang ditimbulkan oleh asap gas buang. Jika oli yang disemprotkan kurang maka akan mengakibatkan motor menjadi cepat panas. Hal ini akan memungkinkan piston macet di dalam silindernya.

Untuk mendapatkan penyemprotan yang sesuai pompa oli harus disetel. Karena jenis dan macam pompa oli cukup banyak maka cara penyetelannya juga berbeda-beda.

Berikut ini beberapa tipe pompa oli yang sering digunakan:

1. Pompa oli tipe plunger

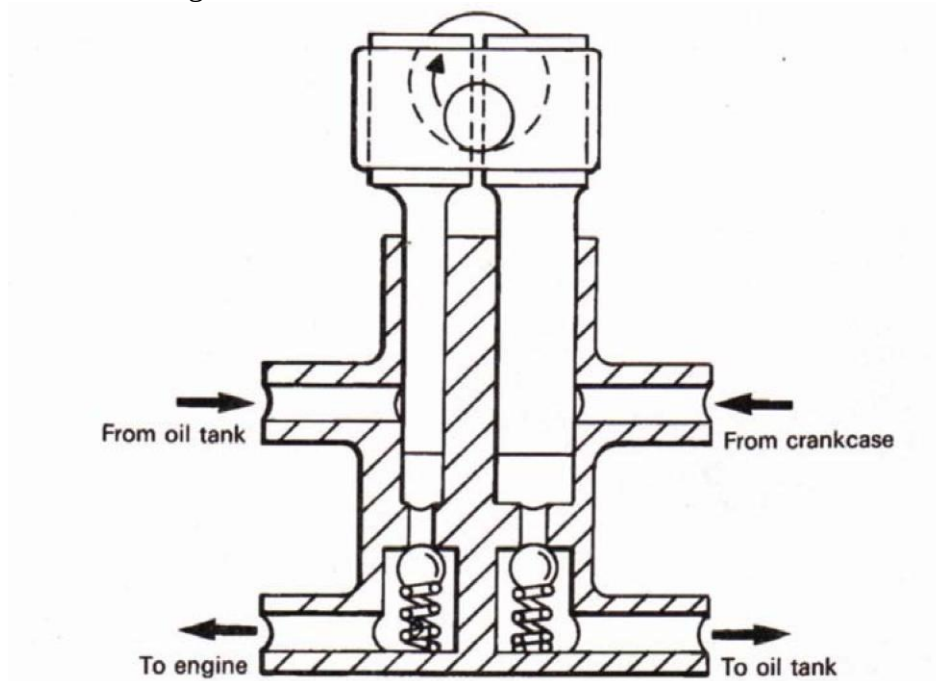
Pompa oli tipe plunger sering ditemukan digunakan pada mesin kuno dengan pelumasan sistem kering.

2. Pompa oli tipe gear

Oleh putaran 2 gigi didalam rumah pompa, oli ditarik kedalam melalui lubang pemasukan dan keluar melalui lubang pengeluaran.

3. Pompa oli tipe trochoid

Disini dua rotor berputar pada kecepatan yang berbeda, sehingga menyebabkan perbedaan volume diantara dua rotor tersebut, karena adanya perbedaan volume tadi menyebabkan oli mengalir keluar dan kedalam.



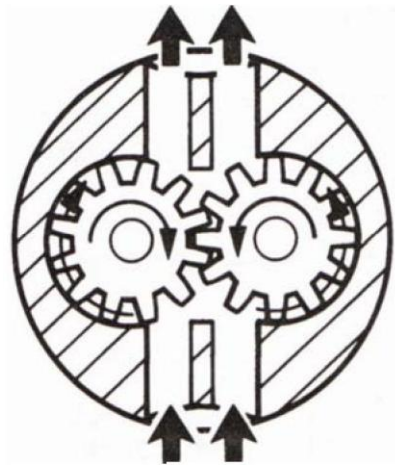
Gambar 114 Tipe-tipe pompa oli

Penyetelan pompa oli

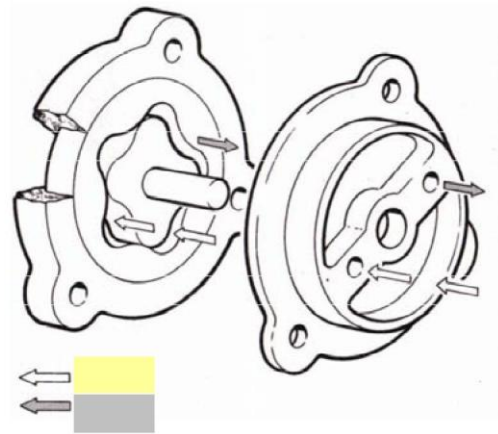
Amati tanda penyetelan pompa oli. Tanda penyetelan tersebut biasanya adalah sebagai berikut:

- Pada waktu gas tangan diputar penuh maka tanda pada tuas pompa dan tanda pada rumah pompa segaris. Jika tanda tersebut tidak segaris maka perlu penyetelan pada kabel pompa.
- Pada sepeda motor Kawasaki penyetelan pompa oli dilakukan setelah mesin mencapai suhu kerja. Setelah mesin hidup pada putaran stasioner gas tangan diputar sampai putaran mesin mulai bertambah. Pada posisi ini tanda dari pompa oli harus segaris.
- Pada sepeda motor Yamaha bebek lama penyetelan dilakukan dengan mengendorkan mur pengunci kemudian baut penyetel diputar hingga tanda yang terdapat pada puli lurus dengan baut yang terdapat pada plat penyetel. Penyetelan dilakukan dalam keadaan katup gas menutup.
- Pada salah satu sepeda motor jenis bebek yang baru penyetelan dilakukan dengan mengendurkan mur pengunci kemudian mur penyetel diputar sehingga tanda pada puli penyetel sejajar di tengah-tengah mur pilip atau terletak pada jarak 1 mm dari mur tengah. Kemudian mur pengunci dikeraskan.

Outlet



Inlet



BAB 7. MELAKUKAN PERBAIKAN SISTEM PENGISIAN

7. MENGIDENTIFIKASI KOMPONEN SISTEM PENGISIAN

7.1. KONSEP KELISTRIKAN

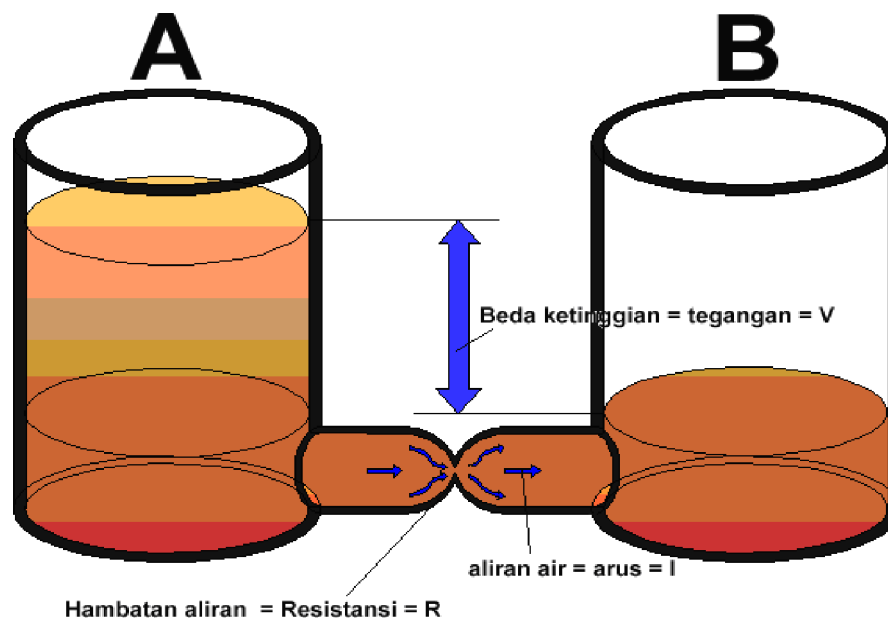
1. Pendahuluan

Setiap sepeda motor dilengkapi dengan beberapa rangkaian sistem kelistrikan. Umumnya sebagai sumber listrik utama sering digunakan baterai, namun ada juga yang menggunakan flywheel magnet (alternator) yang menghasilkan pembangkit listrik arus bolak-balik atau AC (alternating current). Bagian-bagian yang termasuk sistem kelistrikan pada sepeda motor antara lain; sistem starter, sistem pengapian (ignition system), sistem pengisian (charging system), dan sistem penerangan (lighting system) seperti lampu kepala/depan (headlight), lampu belakang (tail light), lampu rem (brake light), lampu sein/tanda belok (turn signal lights), klakson (horn) dan lampu-lampu instrumen/indikator.

Sebelum pembahasan sistem kelistrikan tersebut, terlebih dahulu akan dijelaskan beberapa komponen elektronik, konsep dan simbol kelistrikan yang mendukung terhadap cara kerja sistem kelistrikan pada sepeda motor. Selain itu, akan dibahas pula beberapa contoh konkrit aplikasi/penggunaan komponen-komponen elektronika pada sepeda motor.

2. Arus Listrik, Tegangan dan Tahanan

Untuk lebih memahami konsep tentang listrik, maka listrik diilustrasikan sebagai air karena memiliki banyak kesamaan karakteristiknya. Gambar 3.1 di bawah ini menunjukkan dua buah wadah yang terhubung satu dengan lainnya melalui sebuah pipa yang dipersempit untuk menghambat aliran.



Gambar 115 Ilustrasi karakteristik antara air dengan listrik

Tegangan (voltage) dapat diibaratkan beda ketinggian diantara kedua wadah, yang menyebabkan terjadinya aliran air. Makin besar perbedaan ketinggian air, makin kuat keinginan air untuk mengalir. Arus listrik diibaratkan jumlah/volume air yang mengalir

setiap detiknya, melalui pipa. Sedangkan resistansi (tahanan) diibaratkan semua hambatan yang dijumpai air saat ia mengalir di dalam pipa. Makin besar pipa, makin kecil hambatan alirnya, sehingga makin besar arus air yang mengalir. dan begitu sebaliknya.

Air yang mengalir pada suatu pipa dipengaruhi oleh besarnya dorongan yang menyebabkan air tersebut mengalir dan besarnya hambatan pada pipa. Besarnya dorongan untuk mengalir ditimbulkan oleh perbedaan ketinggian air di kedua wadah, dan dalam kelistrikan disebut tegangan atau beda potensial.

Besarnya hambatan pada pipa disebabkan banyak faktor, yaitu; mutu permukaan dalam pipa, dan luas penampang pipa serta panjang pipa.

Mutu permukaan pipa x panjang pipa Hambatan alir = Panjang pipa

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat ditentukan beberapa persamaan karakteristik yang ada dalam kelistrikan, yaitu:

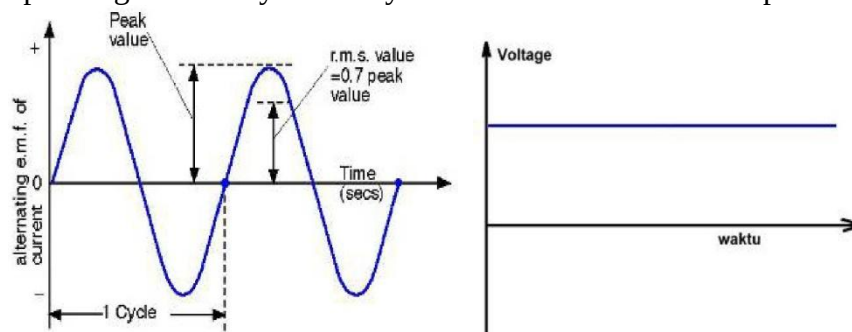
- Hambatan alir sama dengan Resistansi (R)
- Mutu permukaan dalam pipa sama dengan nilai hambat jenis (specific resistivity) dari kawat penghantar, dilambangkan dengan ρ (rho), yaitu nilai hambatan yang timbul akibat jenis bahan yang digunakan sebagai penghantar.
- Luas penampang pipa sama dengan luas penampang kawat penghantar, dilambangkan dengan A.
- Panjang pipa sama dengan panjang penghantar, dan dilambangkan dengan l.

Arus listrik merupakan sejumlah elektron yang mengalir dalam tiap detiknya pada suatu penghantar. Banyaknya elektron yang mengalir ini ditentukan oleh dorongan yang diberikan pada elektron-elektron dan kondisi jalan yang akan dilalui elektron-elektron tersebut. Arus listrik dilambangkan dengan huruf I dan diukur dalam satuan Ampere.

Tegangan listrik (voltage) dapat dinyatakan sebagai dorongan atau tenaga untuk memungkinkan terjadinya aliran arus listrik. Tegangan listrik dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

- Tegangan listrik searah (direct current /DC)
- Tegangan listrik bolak-balik (alternating current / AC)

Tegangan listrik DC memungkinkan arus listrik mengalir hanya pada satu arah saja, yaitu dari titik satu ke titik lain dan nilai arus yang mengalir adalah konstan/tetap. Sedangkan tegangan listrik AC memungkinkan arus listrik mengalir dengan dua arah, pada tiap-tiap setengah siklusnya. Nilainya akan berubah-ubah secara periodik.



Gambar 116 Arus listrik AC Gambar 3.3 Arus listrik DC

Resistansi (tahanan) dapat diartikan sebagai apapun yang menghambat aliran arus listrik dan mempengaruhi besarnya arus yang dapat mengalir. Pada dasarnya semua material (bahan) adalah konduktor (penghantar), namun resistansi-lah yang menyebabkan

sebagian material dikatakan isolator, karena memiliki resistansi yang besar dan sebagian lagi disebut konduktor, karena memiliki resistansi yang kecil.

Resistansi ada pada kawat, kabel, body atau rangka sepeda motor, namun nilainya ditekan sekecil mungkin dengan menggunakan logam-logam tertentu yang memiliki nilai ρ yang rendah.

Resistansi ada yang dibuat dengan sengaja untuk mengatur besarnya arus listrik yang mengalir pada rangkaian tertentu, dan komponen yang memiliki nilai resistansi khusus tersebut, disebut Resistor. Resistor dibagi menjadi dua jenis :

- a. Resistor tetap (fixed resistor)
- b. Resistor variabel (variable resistor)

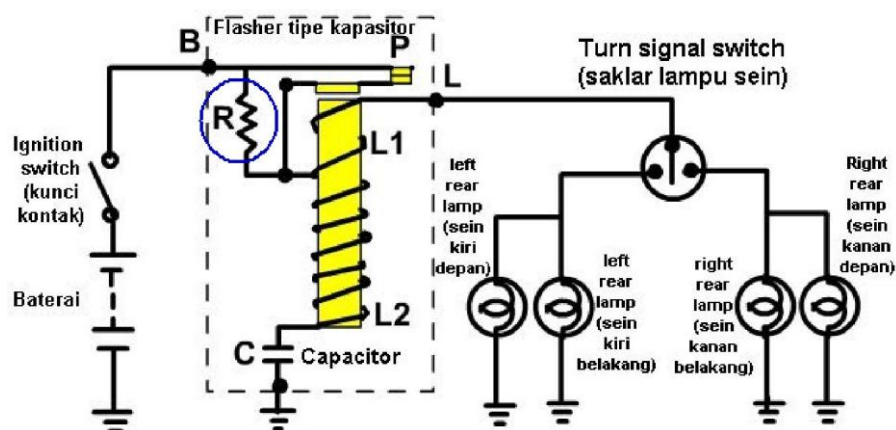
Variable resistor terdiri dari beberapa macam :

- 1) Rotary-type Resistor
- 2) LDR (Light Dependent Resistor)
- 3) Thermistor, terdiri dari :
 - a) NTC (Negative Temperture Coeficient) Thermistor
 - b) PTC (positive Temperature Coeficient) Thermistor

Pada NTC thermistor, nilai resistansi dari thermistor akan menurun pada saat suhu meningkat, sedangkan pada PTC Thermistor, nilai resistansinya akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu. Thermistor digunakan untuk keperluan pendeteksian suhu suatu objek, misalnya suhu oli engine, transmisi, axle dan lain-lain.

Contoh Aplikasi Resistor pada Sepeda Motor

Hampir semua rangkaian kelistrikan pada sepeda motor terdapat tahanan (resistor). Bentuk tahanan pada rangkaian bisa berupa tahanan pada bola lampu atau kumparan maupun tahanan (resistor) biasa seperti gambar 3.4 di atas. Contoh aplikasi/penggunaan resistor tetap (fixed resistor) pada sepeda motor diantaranya bisa dilihat pada sistem tanda belok (turn signal) yang menggunakan flasher tipe kapasitor seperti gambar di bawah ini:

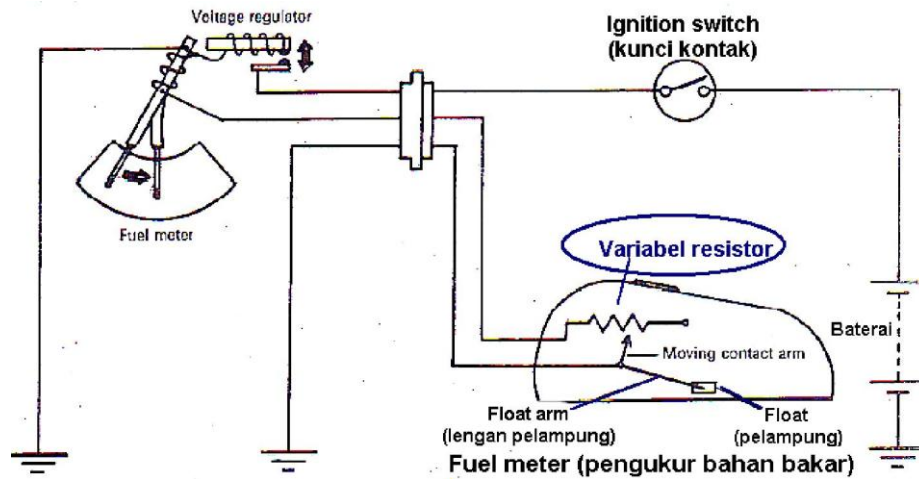


Gambar 117 Aplikasi resistor tetap (R) pada sepeda motor

Resistor (R) pada gambar di atas akan dialiri arus dari baterai jika posisi plat kontak (P) dalam keadaan membuka. Dengan adanya resistor (R) tersebut, maka aliran arus yang melewatinya akan menjadi lebih kecil dibanding dengan arus yang mengalir melalui plat kontak (P) saat posisi menutup. Hal ini akan berakibat lampu tanda belok (lampu sein)

tidak menyala saat arus melewati resistor tersebut walau saklar lampu sein sedang diarahkan ke kiri maupun ke kanan.

Selanjutnya untuk contoh aplikasi/penggunaan variable resistor pada sepeda motor diantaranya bisa dilihat pada rangkaian pengukur bahan bakar seperti gambar di bawah ini:



Gambar 118 Aplikasi variable resistor pada sepeda motor

Bekerjanya variable resistor pada gambar di atas berdasarkan tinggi rendahnya bahan bakar dalam tangki melalui perantara pelampung, lengan pelampung dan lengan penghubung (moving contact arm). Pergeseran ke kiri dan ke kanan dari lengan penghubung tersebut akan merubah besarnya tahanan pada variable resistor.

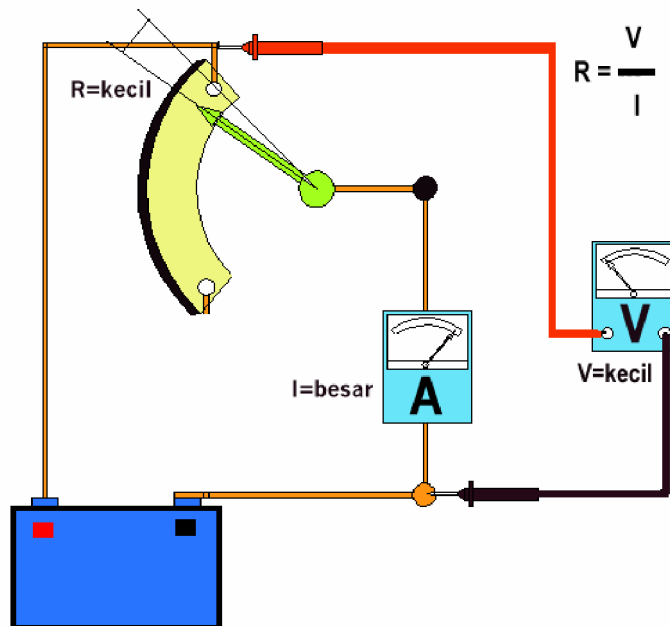
3. Hukum Ohm (Ohm's Law)

Hukum Ohm menerangkan hubungan antara tegangan (Voltage), kuat arus (Ampere) dan resistansi (R). Hubungan antara tegangan (V), kuat arus (I) dan resistansi (R) dapat dirumuskan sebagai berikut:

V = Tegangan listrik yang diberikan pada sirkuit/rangkaian dalam Volt (V)

I = Arus listrik yang mengalir pada sirkuit dalam Ampere (A) R = Tahanan pada sirkuit, dalam Ohm (Ω)

Untuk menjelaskan hubungan ketiganya tersebut dapat diilustrasikan seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 119 Rangkaian untuk menjelaskan prinsip dari Hukum Ohm

Pada saat variable resistor diposisikan pada nilai resistansi rendah, arus akan mengalir maksimal. Namun tegangan akan menurun (mengecil). Pada saat nilai resistansi maksimal, kuat arus yang mengalir sangat kecil namun tegangan meningkat mencapai maksimal.

Dari percobaan di atas dapat disimpulkan bahwa besarnya tegangan berbanding terbalik dengan kuat arus yang mengalir. Atau dengan kata lain, makin besar arus yang mengalir, makin minimum tegangan kerja pada lintasan rangkaian dan makin kecil (makin menjauhi tegangan baterai/sumber listrik). Makin kecil arus yang mengalir, makin maksimal tegangan kerja (makin mendekati tegangan baterai/sumber listrik).

Contoh Aplikasi Hukum Ohm pada Sepeda Motor

Hukum Ohm dapat digunakan untuk menentukan suatu tegangan V , arus I atau tahanan R pada sirkuit/rangkaian kelistrikan, seperti pada rangkaian lampu penerangan, sistem pengisian, sistem pengapian dan sebagainya. Tegangan, arus dan tahanan tersebut dapat ditentukan tanpa pengukuran yang aktual, bila diketahui harga dari dua faktor yang lain.

a. Hukum ini dapat digunakan untuk menentukan besar arus yang mengalir pada sirkuit/rangkaian bila tegangan V diberikan pada tahanan R . Rumus Hukum Ohm yang digunakan adalah:

$$I = \frac{V}{R}$$

Arus listrik = tegangan / tahanan

b. Hukum ini juga dapat digunakan untuk menghitung tegangan V yang diperlukan agar arus I mengalir melalui tahanan R . Rumus Hukum Ohm yang digunakan adalah:

$$V = I \times R$$

Tegangan = Arus listrik x tahanan

4. Rangkaian Kelistrikan

Sistem kelistrikan pada sepeda motor terbuat dari rangkaian kelistrikan yang berbeda-beda, namun rangkaian tersebut semuanya berawal dan berakhir pada tempat yang sama, yaitu sumber listrik (misalnya baterai). Lalu, apa sebenarnya rangkaian (circuit) tersebut? Supaya sistem kelistrikan dapat bekerja, listrik harus dapat mengalir dalam suatu rangkaian yang komplit/lengkap dari asal sumber listrik melewati komponen-komponen dan kembali lagi ke sumber listrik. Aliran listrik tersebut minimal memiliki satu lintasan tertutup, yaitu suatu lintasan yang dimulai dari titik awal dan akan kembali lagi ke titik tersebut tanpa terputus dan tidak memandang seberapa jauh atau dekat lintasan yang tempuh.

Jika tidak ada rangkaian, listrik tidak akan mengalir. Artinya, setelah listrik mengalir dari terminal positif baterai kemudian melewati komponen sistem kelistrikan, maka supaya rangkaian bisa dinyatakan lengkap, listrik tersebut harus kembali lagi ke baterai dari arah terminal negatifnya, yang biasa disebut massa (ground). Untuk menghemat kabel, sambungan (connector) dan tempat, massa bisa langsung dihubungkan ke body atau rangka besi sepeda motor atau ke mesin.

Tahanan, Arus dan Tegangan pada Rangkaian

Pada satu rangkaian kelistrikan yang terdapat pada sepeda motor biasanya digabungkan lebih dari satu tahanan listrik atau beban. Beberapa tahanan listrik mungkin dirangkai di dalam satu rangkaian/sirkuit dengan salah satu diantar tiga metode penyambungan berikut ini:

- a. Rangkaian Seri
- b. Rangkaian Paralel
- c. Rangkaian Kombinasi (Seri-Paralel)

Nilai/jumlah tahanan dari seluruh tahanan yang dirangkai didalam sirkuit/rangkaian disebut dengan tahanan total (combined resistance). Cara perhitungan tahanan, arus dan tegangan dari ketiga jenis rangkaian di atas adalah berbeda-beda antara satu dengan yang lainnya.

Rangkaian Seri

Pada rangkaian seri, jumlah arus yang mengalir selalu sama pada setiap titik/tempat komponen. Sedangkan tahanan total adalah sama dengan jumlah dari masing-masing tahanan R_1 , R_2 dan R_3 .

Dengan adanya tahanan listrik di dalam sirkuit, maka bila ada arus listrik yang mengalir akan menyebabkan tegangan turun setelah melewati tahanan. Besarnya perubahan tegangan dengan adanya tahanan disebut dengan penurunan tegangan (voltage drop). Pada rangkaian seri, penjumlahan penurunan tegangan setelah melewati tahanan akan sama dengan tegangan sumber (V_t). Adapun rumus arus listrik, tahanan dan tegangan pada rangkaian seri adalah sebagai berikut:

$$I_{\text{total}} = I_1 = I_2 = I_3$$

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3$$

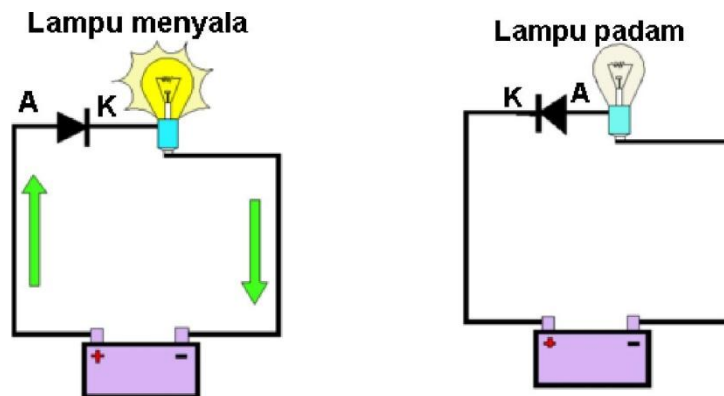
$$V_{\text{total}} = V_1 + V_2 + V_3$$

5. Diode

Sebuah diode didefinisikan sebagai paduan dua elektroda, satu menjadi positif (anoda) dan yang lain adalah negatif (katoda) dan hanya mengijinkan arus mengalir dalam satu arah.

Dioda merupakan komponen semikonduktor yang berfungsi untuk memungkinkan arus mengalir di dalam sebuah rangkaian hanya dalam satu arah (forward bias), yaitu dari anoda ke katoda dan memblokirnya saat mengalir dalam arah yang berlawanan (reverse bias), hal ini dimungkinkan oleh karena karakteristik dari silicon, atau wafer di dalam diode.

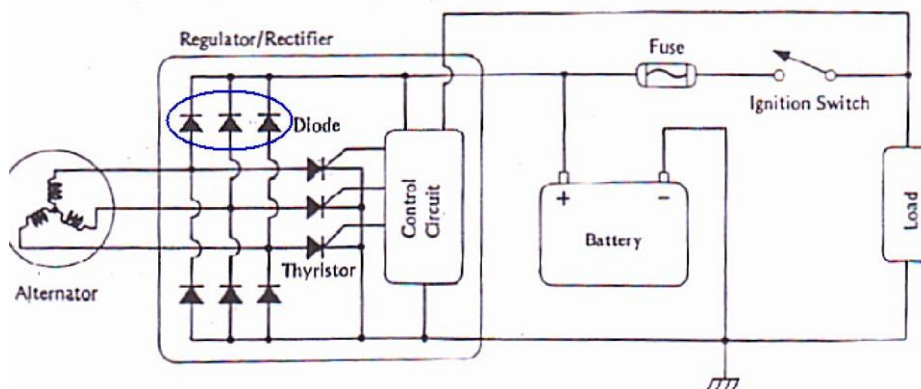
Saat sebuah penghantar/konduktor tegangan positif di hubungkan ke anoda dan penghantar tegangan negatif dihubungkan ke katoda, arus mengalir melalui diode. Jika penyambungan ini dibalik, arus tidak akan dapat mengalir sebab pemblokiran dari karakteristik silicon wafer, oleh karena itu diode beraksi sebagai katup satu arah (check valve) dan memungkinkan arus mengalir hanya satu arah.



Gambar 120 Contoh aplikasi penggunaan dioda

Contoh Aplikasi Dioda pada Sepeda Motor

Aplikasi/penggunaan dioda pada sistem kelistrikan sepeda motor bisa ditemukan dalam rangkaian sistem penerangan maupun sistem pengisian yang menggunakan generator AC (alternator), seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 121 Contoh aplikasi penggunaan diode pada sepeda motor

Berdasarkan gambar 3.14 di atas, diode (rectifier) bekerja untuk merubah arus AC (bolak-balik) yang dihasilkan alternator menjadi arus Dc (searah). Arus DC ini kemudian disalurkan ke baterai dan beban (load) seperti lampu tanda belok/sein.

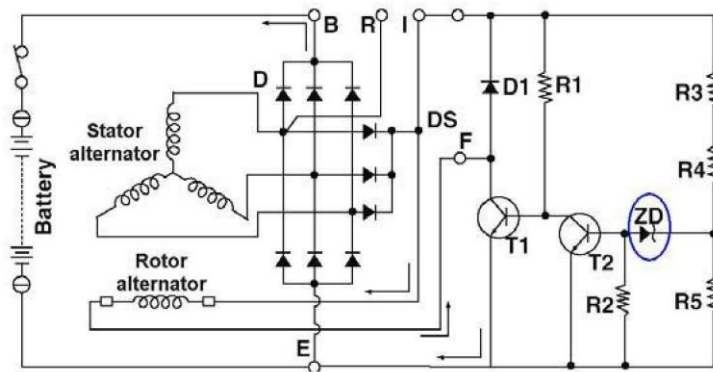
6. Zener diode

Zener diode merupakan suatu jenis diode yang memiliki sifat dioda hanya bila tegangan kerjanya (beda potensial diantara kedua kakinya) belum melampaui tegangan tembusnya (breakdown voltage).

Bila tegangan kerjanya melampaui tegangan tembusnya, dioda ini akan kehilangan sifat ke-dioda-annya. Zener diode banyak digunakan pada rangkaian regulator tegangan pada alternator.

Contoh Aplikasi Zener Diode pada Sepeda Motor

Aplikasi/penggunaan zener dioda pada sistem kelistrikan sepeda motor bisa ditemukan dalam rangkaian sistem pengisian yang menggunakan generator AC (alternator) dengan pengatur tegangan (voltage regulator) secara elektronik, seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 122 Contoh aplikasi penggunaan zener diode pada sepeda motor

Berdasarkan gambar 3.16 di atas, zener diode bekerja untuk mengaktifkan basis transistor T2 ketika tegangan yang berada diantara R4 dan R5 telah mencapai tegangan tembus zener diode tersebut. Dengan bekerjanya zener diode tersebut, menyebabkan arus yang mengalir pada R1 akan cenderung mengalir ke massa lewat T2 dan suplai arus listrik ke basis T1 terhenti. Dengan demikian rotor saat ini tidak mendapat suplai arus listrik karena T1 tidak hidup (OFF). Rotor alternator akan kehilangan kemagnetan, dan proses pengisian baterai akan terhenti.

7. Transistor

Transistor merupakan kependekan dari Transfer Resistor, atau suatu komponen elektronika yang dapat mengalirkan atau memutuskan aliran arus yang besar dengan pengendalian arus listrik yang relatif sangat kecil, dengan mengubah resistansi lintasannya. Kemampuannya tersebut hampir sama dengan relay, namun transistor memiliki kelebihan antara lain yaitu :

- Arus pengendali pada transistor jauh lebih kecil sehingga lebih mudah mengendalikannya.
- Transistor tidak menggunakan kontak mekanis, sehingga tidak menimbulkan percikan api dan lebih tahan lama.
- Ukuran transistor relatif lebih kecil dan kompak dibanding relay.
- Dapat bekerja pada tegangan kerja yang bervariasi.

Namun demikian, disamping mempunyai kelebihan, transistor juga mempunyai beberapa kelemahan antara lain:

- Kesalahan penghubungan kaki transistor akan berakibat kerusakan permanen.
- Panas yang dihasilkan pada transistor lebih besar sehingga bila tidak diberi pendinginan yang cukup, akan memperpendek usia transistor.

Terdapat dua jenis transistor, yaitu :

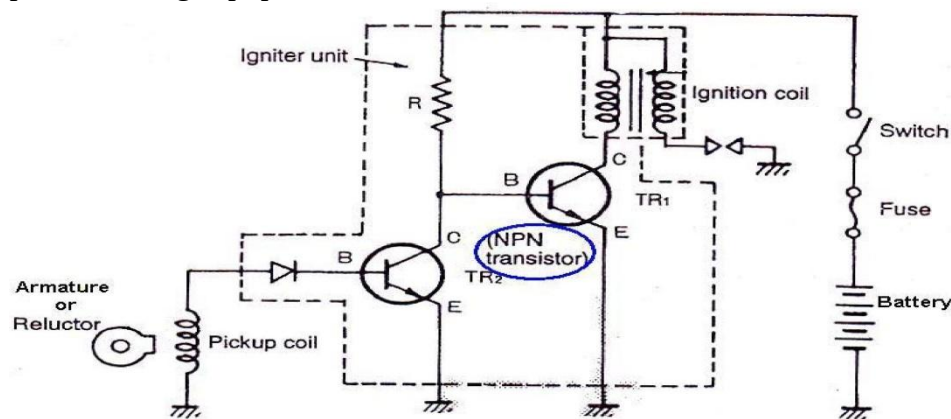
- a. Tipe NPN
- b. Tipe PNP

Untuk menentukan apakah suatu transistor adalah NPN atau PNP tidak dapat secara fisik. Kita dapat melihat dari kode dan mencocokkannya dengan Transistor handbook. Pada transistor terdapat dua aliran arus listrik, yaitu arus dari kaki Basis ke Emitor (atau sebaliknya) yaitu IB-E dan arus yang mengalir dari Kolektor ke Emitor (atau sebaliknya) yaitu IC-E.

Aplikasi/penerapan transistor dalam sistem kelistrikan banyak digunakan sebagai saklar elektronik. Adapun cara kerja transistor secara ringkas adalah: jika ada arus pemicu (arus kecil) yang mengalir dari Basis ke Emitor maka arus yang besar akan mengalir dari Kolektor ke Emitor (untuk jenis NPN) atau jika ada arus pemicu (arus kecil) dari Emitor ke Basis, maka arus yang besar akan mengalir dari Emitor ke Kolektor (untuk jenis PNP).

Contoh Aplikasi Transistor pada Sepeda Motor

Aplikasi/penggunaan transistor pada sistem kelistrikan sepeda motor bisa ditemukan dalam rangkaian sistem pengapian semi transistor maupun full transistor, sistem tanda belok yang menggunakan flasher tipe transistor, sistem pengisian yang menggunakan pengaturan tegangan secara elektronik, dan sebagainya. Gambar 3.18 di bawah ini memperlihatkan aplikasi transistor pada sistem pengapian full transistor sepeda motor: jika terminal basis TR2 mendapat sinyal dari pick up coil, maka arus yang mengalir lewat R akan cenderung ke massa lewat terminal C ke terminal E TR2. Akibatnya basis TR1 tidak ada arus sehingga TR1 akan OFF, sehingga arus pada kumparan primer ignition coil (koil pengapian) akan terputus dan akan terjadi induksi pada kedua kumparan koil pengapian tersebut. Terjadinya induksi tersebut menghasilkan percikan bunga api pada busi.



Gambar 123 Contoh aplikasi penggunaan transistor pada sepeda motor

M. KAPASITOR/KONDENSOR

Kapasitor merupakan komponen listrik 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, bergantung besarnya kapasitas kapasitor. Besarnya kapasitas kapasitor diukur dalam satuan Farad. Dalam prakteknya ukuran ini terlampau besar, sehingga digunakan satuan yang lebih kecil seperti microfarad (μF), nanofarad atau pikofarad.

Kapasitor memiliki dua jenis yaitu:

a. Kapasitor polar

Pada kapasitor polar, adanya penentuan kutub-kutub kapasitor bila hendak dihubungkan dengan suatu rangkaian, dan hanya bekerja pada tegangan DC. Kapasitor polar memiliki kapasitas yang relatif besar

b. Kapasitor non polar

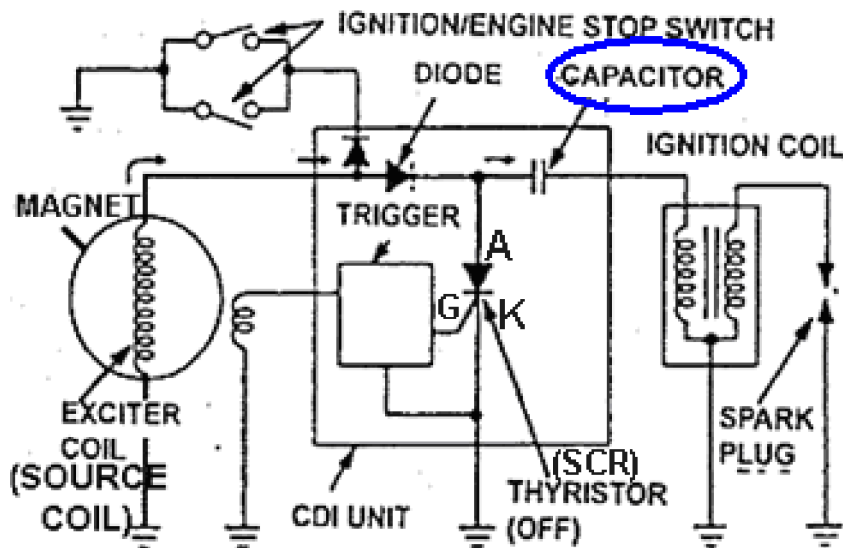
Pada kapasitor non-polar tidak memiliki kutub-kutub sehingga dapat dipasang pada posisi terbalik pada rangkaian, serta dapat dihubungkan dengan tegangan AC. Ukuran kapasitor non polar kebanyakan relatif kecil, dengan satuan nanofarad dan pikofarad.

Kapasitor memiliki tegangan kerja maksimum yang tertera pada label di housingnya. Tegangan rangkaian listrik yang dihubungkan pada kapasitor tidak boleh melampaui tegangan kerja maksimum kapasitor yang bersangkutan, karena akan menyebabkan kerusakan permanen (bahkan pada beberapa kasus, terjadi ledakan). Tegangan kerja maksimum ini berkisar : 10V, 25V, 35V, 50V, 100V untuk kapasitor polar dan 250V sampai 750V untuk kapasitor non-polar.

Terdapat dua ketentuan praktis tentang kapasitor, yaitu: 1) Kapasitor yang kosong muatan bertindak seolah-olah konduktor (penghantar), dan 2) Kapasitor yang penuh muatan bertindak seolah-olah isolator (penyekat).

Contoh Aplikasi Kapasitor pada Sepeda Motor

Aplikasi/penggunaan kapasitor pada sistem kelistrikan sepeda motor bisa ditemukan dalam rangkaian sistem pengapian konvensional (menggunakan platina), dan pengapian CDI (Capacitor Discharge Ignition) baik CDI dengan arus DC (searah) maupun CDI dengan arus AC (bolak balik). Gambar 3.21 di bawah ini memperlihatkan aplikasi kapasitor pada sistem pengapian CDI arus AC :



Gambar 124 Contoh aplikasi penggunaan kapasitor pada sepeda motor

Berdasarkan gambar di atas, kapasitor dalam CDI unit bekerja menyimpan arus sementara (100 sampai 400 V) dari magnet yang telah di searahkan lebih dulu oleh diode ketika SCR (Silicone Control Rectifier) belum aktif. Setelah gerbang G pada SCR diberi arus sinyal untuk proses pengapian, maka SCR akan aktif dan menyalurkan arus listrik dari anoda (A) ke katoda (K). 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.

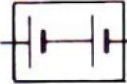
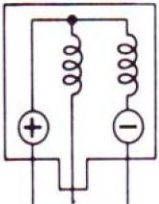
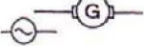
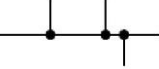
Akibat induksi diri dari kumparan primer tersebut, kemudian terjadi induksi dalam kumparan sekunder dengan tegangan sebesar 15 KV sampai 20 KV. Tegangan tinggi tersebut selanjutnya mengalir ke busi dalam bentuk loncatan bunga api yang akan digunakan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara dalam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

Simbol-simbol Komponen Kelistrikan

Jika rangkaian kelistrikan digambarkan dengan gambar asli benda yang bersangkutan, maka ilustrasi dan pemahamannya bisa menjadi cukup sulit dan rumit. Untuk itu, pada pembuatan diagram rangkaian kelistrikan biasanya dilakukan hanya dengan membuat simbol-simbol yang menunjukkan komponen kelistrikan dan kabel-kabel.

Beberapa simbol-simbol telah disebutkan pada pembahasan di atas. Adapun simbol-simbol yang sering digunakan pada pembuatan rangkaian sistem kelistrikan secara garis besar adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Simbol-simbol komponen kelistrikan

	BATTERY (BATERAI)		LAMPU BESAR 1. FILAMEN TUNGGAL
	KAPASITOR		2. FILAMEN GANDA
			HORN (KLAKSON)
	CIRCUIT BREAKER		IGNITION COIL (KOIL PENGAPIAN)
	DIODA		
	DIODA, ZENER		LAMP (LAMPU)
			LED (Light emitting diode)
	FUSE (SEKRING)		
			
	GROUND (MASSA)		MOTOR

BAB 8 MELAKUKAN PERBAIKAN SISTEM PENGAPIAN

8.1. MENGIDENTIFIKASI KOMPONEN SISTEM PENGAPIAN

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 pemuatan 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.

A. 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 tahananannya 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:

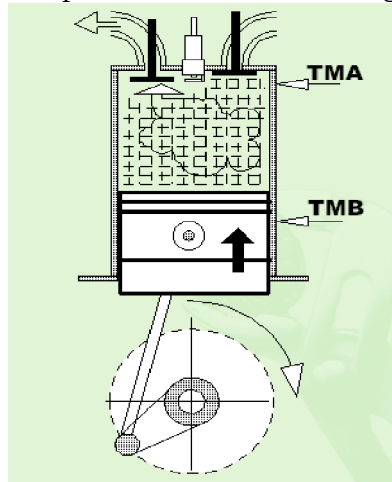
- a. Pemakaian koil pengapian yang sesuai
- b. Pemakaian kondensor yang tepat
- c. Penyetelan saat pengapian yang sesuai
- d. Penyetelan celah busi yang tepat
- e. Pemakaian tingkat panas busi yang tepat
- f. Pemakaian kabel tegangan yang tepat

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.

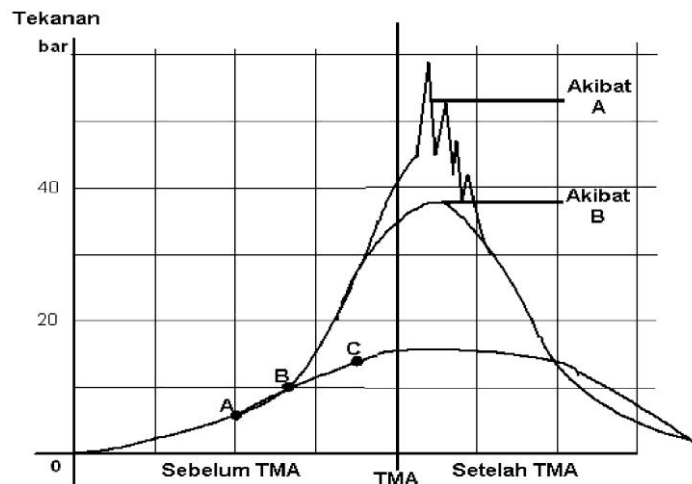


Gambar 125 Batas TMA dan TMB piston

Setelah campuran bahan bakar dibakar oleh bunga api, maka diperlukan waktu tertentu bagi api untuk merambat 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 100 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 100 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 126 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 100 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.

Begitu 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.

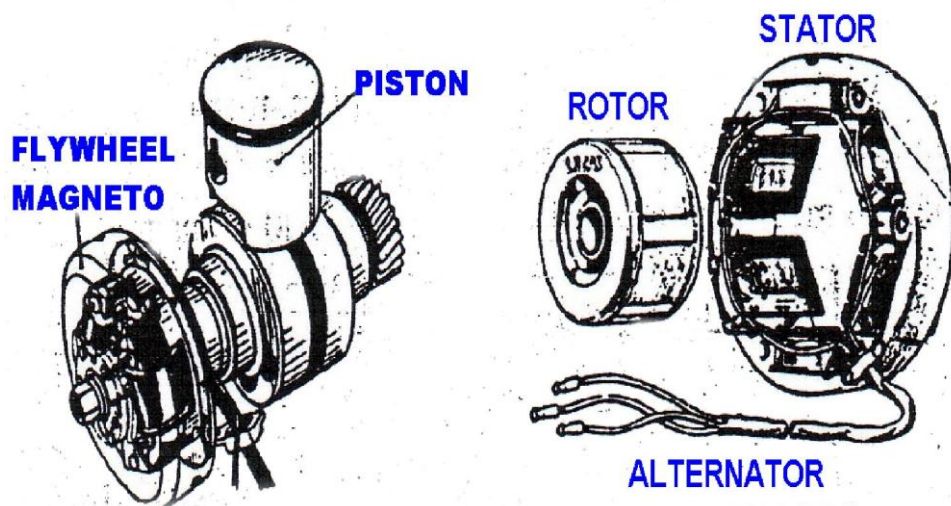
C. SUMBER TEGANGAN TINGGI PADA SEPEDA MOTOR

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 koil 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 127 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.

D. KUNCI KONTAK

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

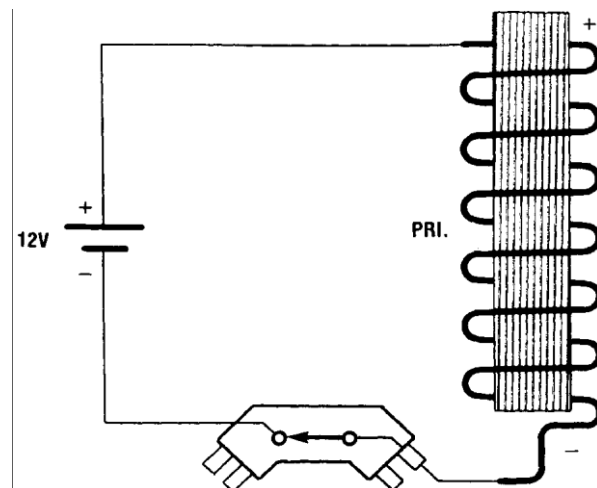
Bila kunci kontak posisi (On/IG/15), maka arus dari baterai akan mengalir ke terminal positif (+/15) koil pengapian, maka tegangan primer sistem pengapian siap untuk bekerja.

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.

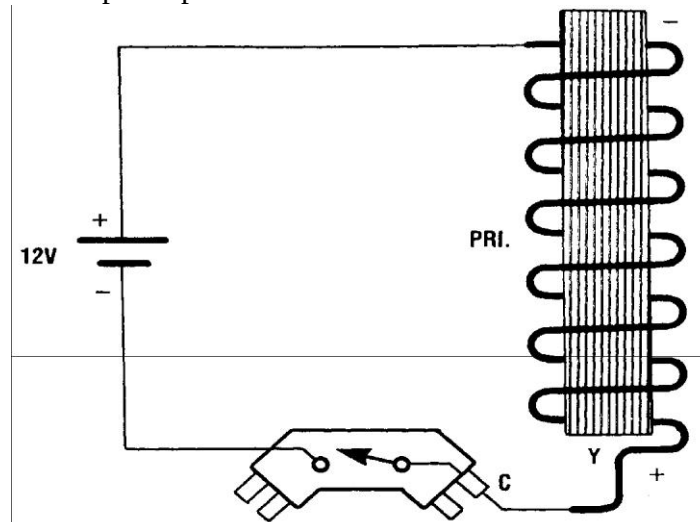
Pada koil pengapian, kumparan primer dan sekunder digulung pada inti besi. Kumparan-kumparan ini akan menaikkan tegangan yang diterima dari baterai menjadi tegangan yang sangat tinggi melalui induksi elektromagnetik. Inti besi (core) dikelilingi kumparan yang terbuat dari baja silikon tipis. Terdapat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

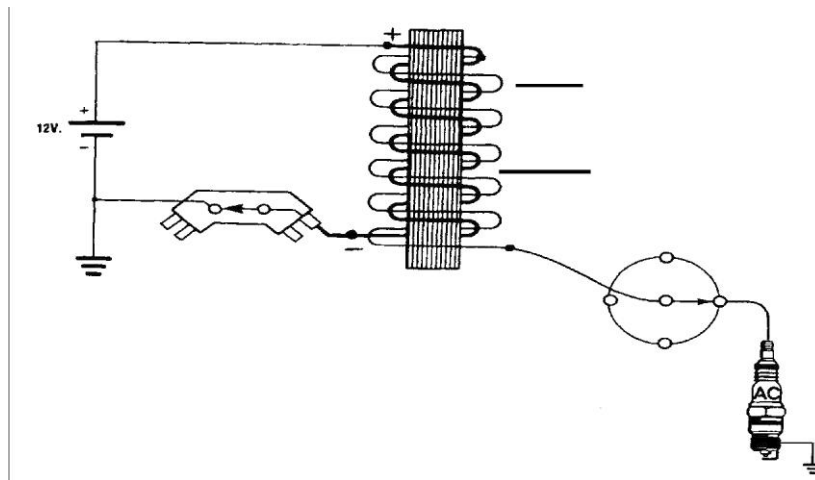
Medan magnet akan dibangkitkan pada saat arus mengalir pada gulungan (kumparan) primer. Garis gaya magnet yang dibangkitkan pada inti besin berlawanan dengan garis gaya magnet dalam kumparan primer.



Gambar 128 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 kondensor. Apabila platina menutup kembali maka muatan listrik yang ada dalam kondensor tersebut akan mengalir ke rangkaian, sehingga arus primer segera menjadi penuh.



Kumparan sekunder
Kumparan primer

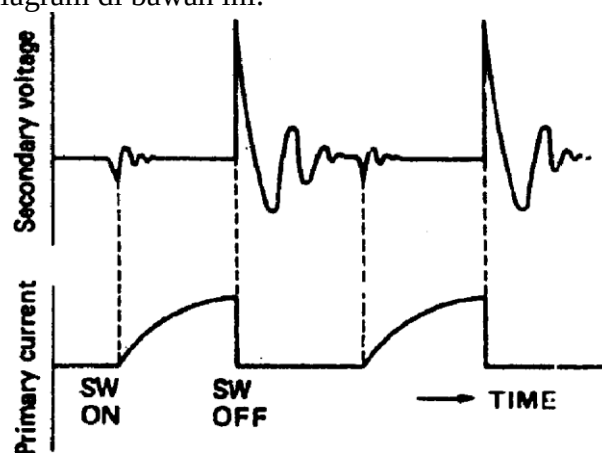
Gambar 129 Hubungan Kumparan Primer dan Kumparan Sekunder

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.

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 menghi-lang, akibatnya pada kum-paran 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 130 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.

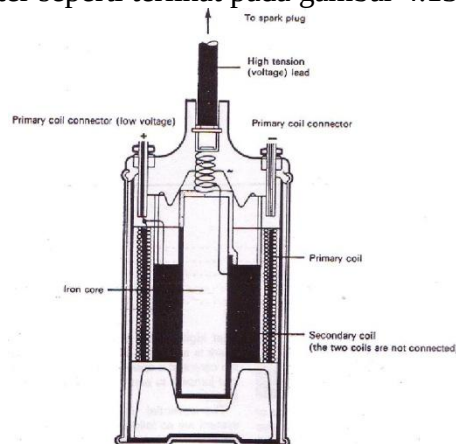
Untuk memperbesar tegangan yang dibangkitkan pada kumparan sekunder, maka arus yang masuk pada kumparan primer harus sebesar mungkin dan pemutusan arus primer harus juga secepat mungkin.

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.

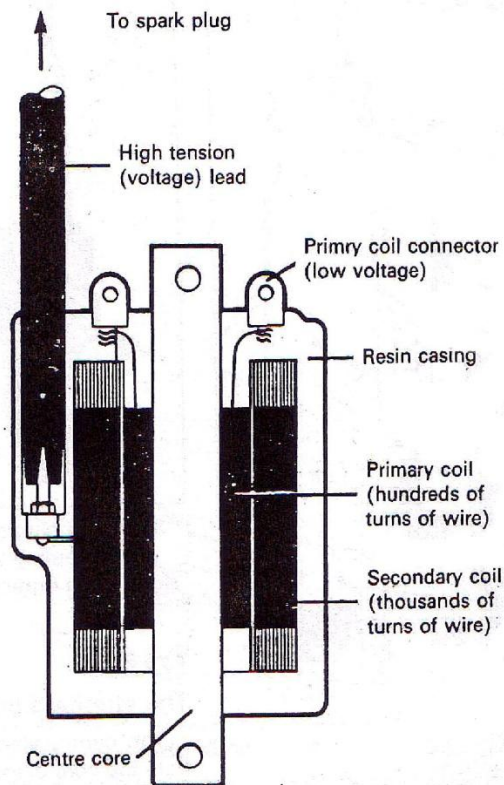


Gambar 131 Koil pengapian tipe Canister

- b. Tipe Moulded

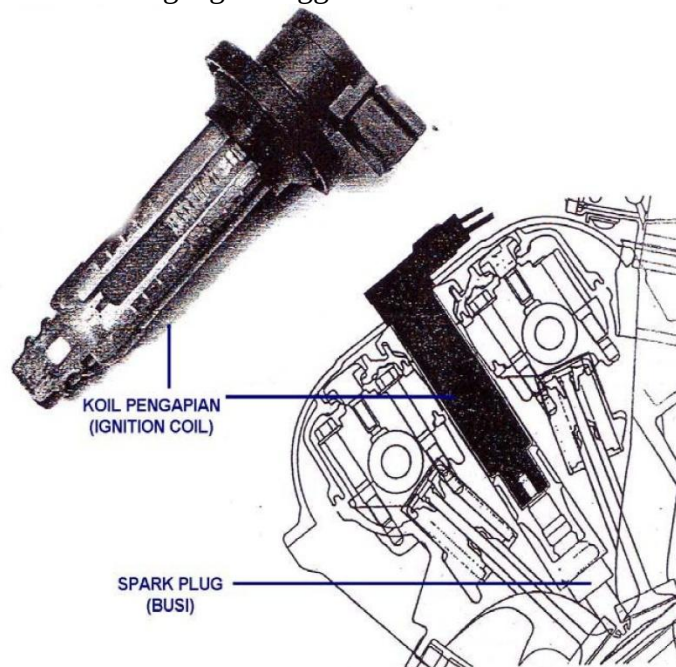
Tipe moulded coil merupakan tipe yang sekarang umum digunakan. Pada tipe ini inti besi di bagian tengahnya dikelilingi oleh kumparan primer, sedangkan kumparan sekunder berada di sisi luarnya. Keseluruhan komponen dirakit kemudian dibungkus dalam resin (damar) supaya tahan terhadap getaran yang biasanya 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 132 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.

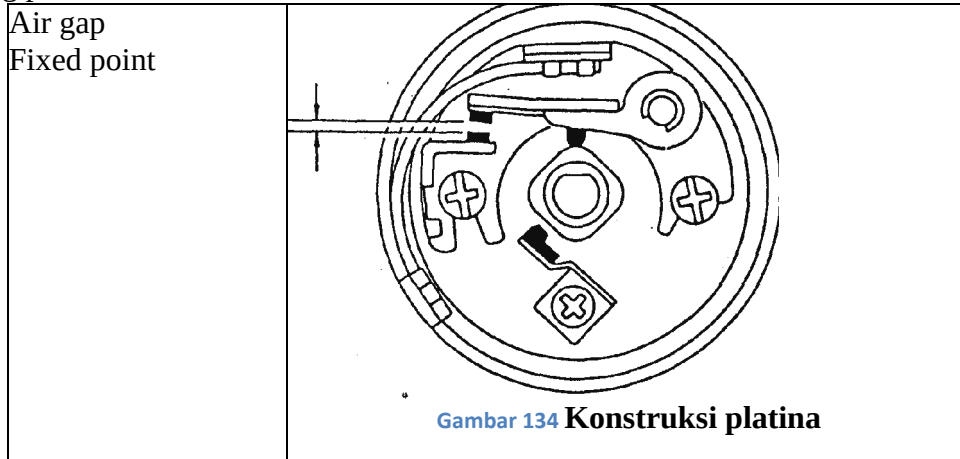


Gambar 133 Tipe koil pengapian yang menyatu dengan tutup busi

F. CONTACT BREAKER (PLATINA)

Platina pada sistem pengapian berfungsi untuk memutushubungkan 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.

Moving point



Pada saat poros berputar maka nok akan mendorong lengan platina ke arah 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 pemeriksaannya perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut;

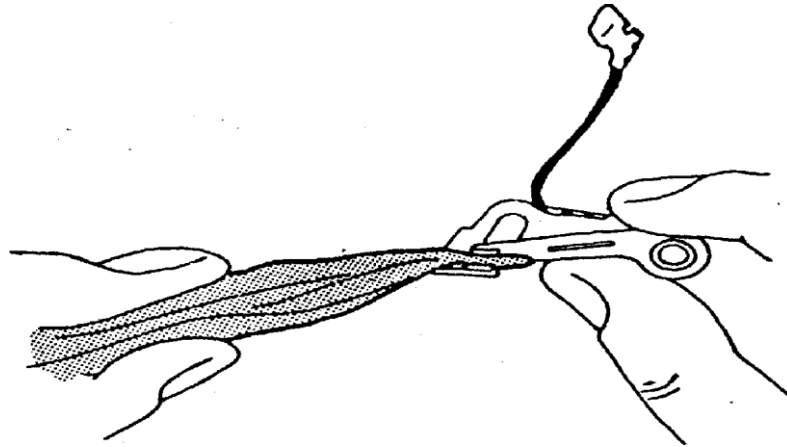
1. Tahanan kontak platina

Oksidasi/kerak kotoran yang terjadi pada permukaan permukaan platina akan semakin bertambah dan semakin buruk sebanding umur pemakaian nya. Bertambahnya lapisan oksidasi membuat permukaan platina semakin kasar/kotor dan memperbesar tahananannya, 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.



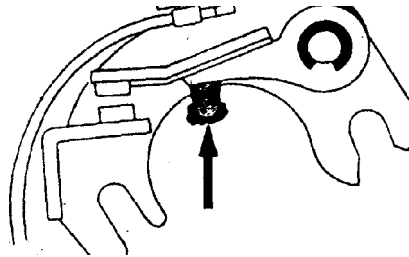
Gambar 135 Cara membersihkan celah platina

Usahakan selalu membersihkan celah kontak (air gap) saat akan melakukan pemasangan.

a. Titik Kontak Tidak Lurus

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

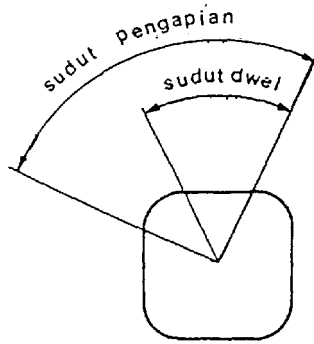


Gambar 136 Tumit ebonit

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 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 137 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 kondensor, 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 138 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 dalam satuan mikro farad (μf), misalnya kapasitor dengan kapasitas 0,22 μf atau 0,25 μf . Agar fungsi kondensor bisa benar-benar mencegah terbakarnya platina karena adanya loncatan bunga api pada platina tersebut, maka kapasitas kondensor harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

H. 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.

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 ground electrode insulator 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 tipeudukan (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 perapat (sealing washer), sebaliknya jika dudukannya berbentuk kerucut maka tidak memerlukan cincin perapat.

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

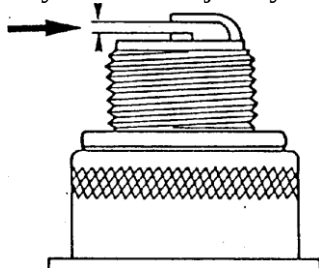
a. Bentuk elektroda busi

Elektroda busi yang bulat akan mempersulit loncatan 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

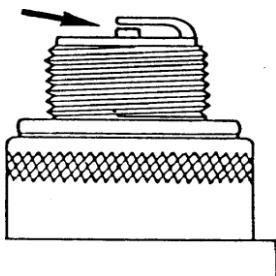
elektroda yang tipis atau tajam akan mempermudah percikan bunga api, akan tetapi umur penggunaannya menjadi pendek karena lebih cepat aus

b. Celah Busi

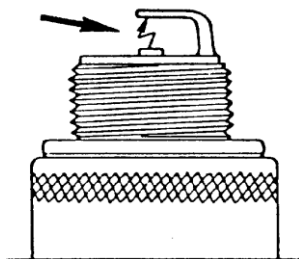
Bila celah elektroda busi lebih besar, bunga api akan menjadi sulit melompat dan tegangan sekunder yang diperlukan untuk itu akan naik. Bila elektroda busi telah aus, berarti celahnya bertambah, loncatan bunga api menjadi lebih sulit sehingga akan menyebabkan terjadinya kesalahan pengapian.



Gambar 139 A



Gambar 140 B



Gambar 141 C

Celah elektroda untuk sepeda motor (tanda panah pada Gambar 4.22.A.) biasanya 0,6-0,7mm (untuk lebih jelasnya lihat buku Manual atau katalog busi), Tanda panah pada Gambar 4.22.B, adalah celah elektroda yang terlalu kecil. Hal ini akan berakibat; bunga api lemah, elektroda cepat kotor, khususnya pada mesin 2 tak (two stroke)., Gambar 4.22.C 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 tersendat-sendat pada beban penuh. Selain itu, celah busi yang terlalu besar juga bisa menyebabkan mesin agak sulit dihidupkan.

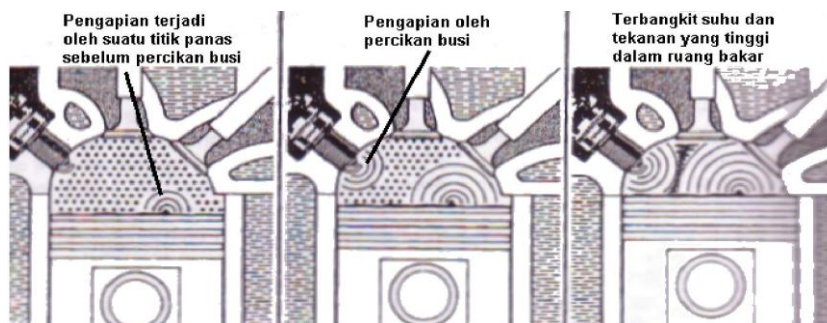
c. Tekanan Kompresi

Bila tekanan kompresi meningkat, maka bunga apipun akan menjadi semakin sulit untuk meloncat dan tegangan yang dibutuhkan semakin tinggi, hal ini juga terjadi pada saat beban berat dan kendaraan berjalan 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 4000C sampai 8000C. Bila suhu elektroda tengah kurang dari 4000C, 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 rumah-nya. 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 8000C, maka akan terjadi peningkatan kotoran oksida dan terbakarnya elektroda tersebut. Pada suhu 9500C 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 142 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

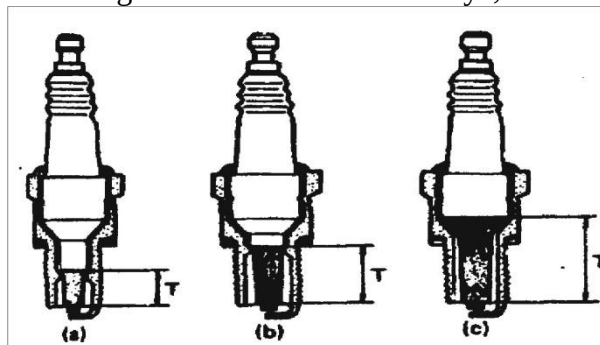
kecepatan tinggi. Seperti disebutkan di atas busi dapat bekerja dengan baik bila suhu elektroda tengahnya sekitar 4000C sampai 8000C. Pada suhu tersebut karbon pada insulator akan terbakar habis. Batas suhu operasional terendah dari busi disebut dengan self-cleaning temperature (busi mencapai suhu membersihkan dengan sendirinya), sedangkan batas suhu tertinggi disebut dengan istilah pre-ignition.

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

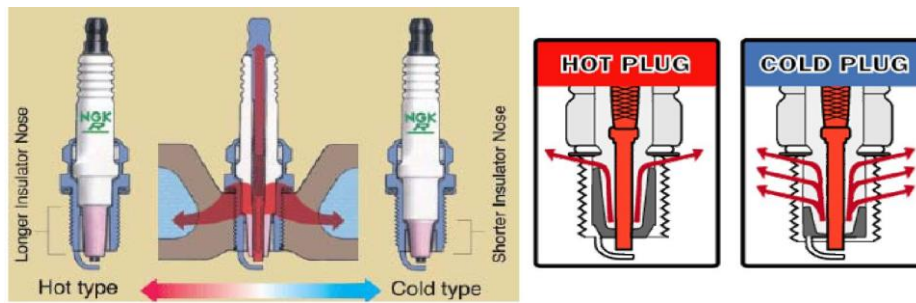
Gambar 143 Pengaruh suhu operasional busi

Tingkat panas dari suatu busi adalah jumlah panas yang dapat disalurkan/dibuang oleh busi. Busi yang dapat menyalur-kan/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 menerang-kan 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 144 Tingkat panas busi (a) busi dingin, (b) busi sedang, dan (c) busi panas



Gambar 145 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.

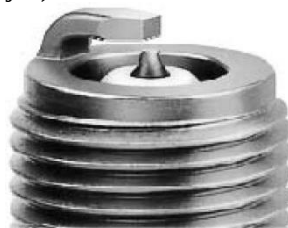
Pada mesin-mesin yang selalu beroperasi pada kecepatan tinggi, biasanya kondisi mesin berada pada suhu yang cenderung panas. Oleh karena itu diperlukan busi yang mempunyai tingkat pembuangan panas dari elektroda lebih cepat. Dalam hal ini perlu dipilih tipe busi dingin. Sebaliknya bila mesin cenderung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



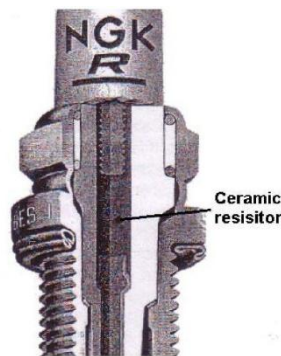
Gambar 146 Busi standar

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 ombang 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 147 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 148 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 149 Tipe busi semi-surface discharge

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.



Gambar 150 Busi platinum

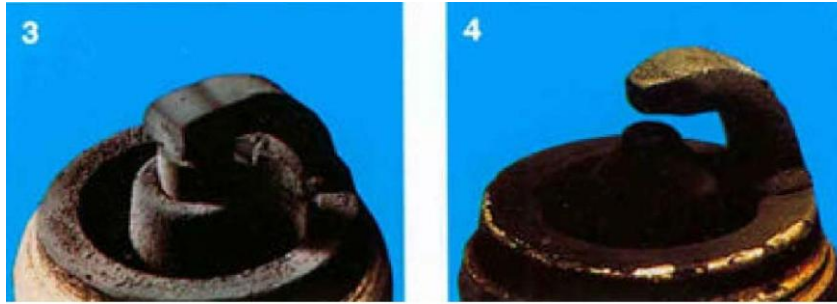
4. Analisis Busi

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



Gambar 151 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.



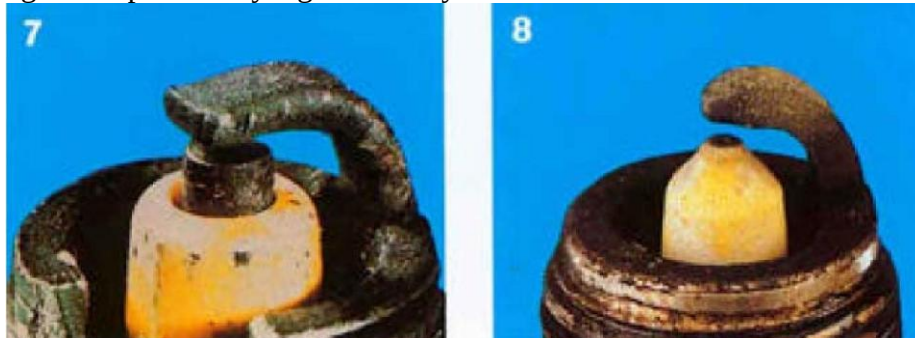
Gambar 152 Contoh kerusakan bus! 3 dan 4

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.



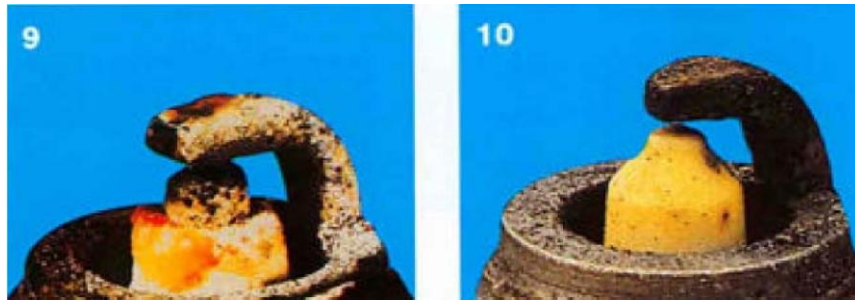
Gambar 153 Contoh kerusakan bus! 5 dan 6

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 154 Contoh kerusakan bus! 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 155 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 156 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.

Bab 8

MENJELASKAN FUNGSI KOMPONEN-KOMPONEN PENGAPIAN

8.1. MEMBANDINGKAN SISTEM PENGAPIAN KONVENSIONAL DAN PENGAPIAN ELEKTRONIK

8. 2. MENDIAGNOSIS GANGGUAN PADA SISTEM PENGAPIAN

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.

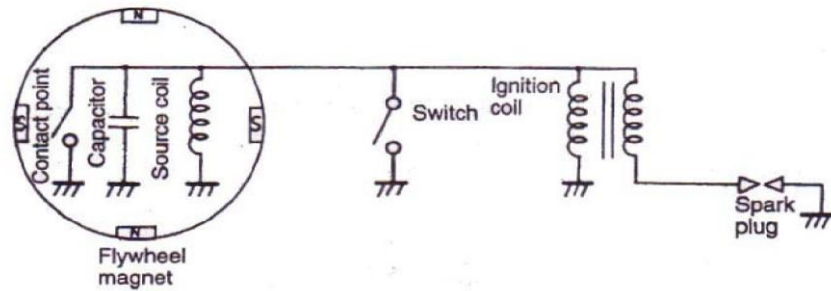
Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya (lihat bagian sumber tegangan pada sepeda motor), yang menghasilkan arus listrik adalah alternator atau flywheel magneto. Sistem pengapian magnet terdiri dari rotor yang berisi magnet permanen/tetap, dan stator yang berisi ignition coil (koil/spool 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.

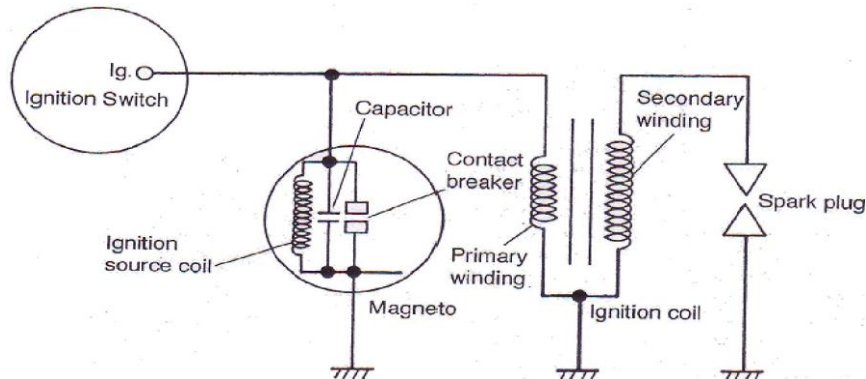
a. Cara kerja sistem pengapian magnet

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 157 Rangkaian sistem pengapian magnet (1)



Gambar 158 Rangkaian sistem pengapian magnet (2)

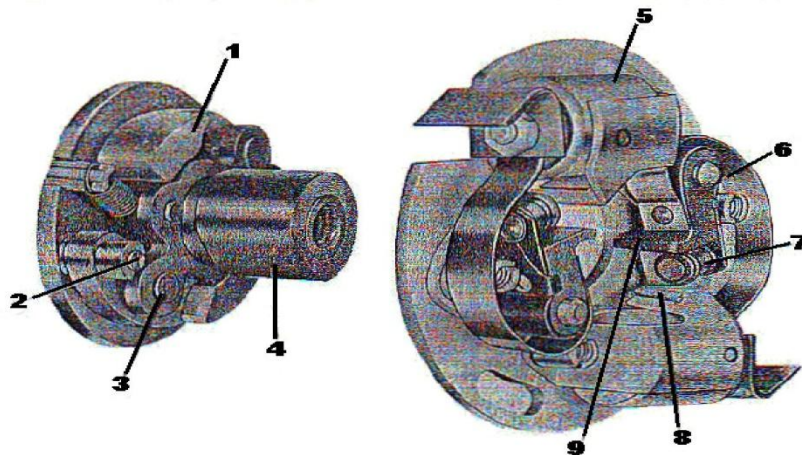
Kejadian ini menyebabkan arus ke massa lewat platina terputus dan arus mengalir ke kumparan primer koil dalam bentuk tegangan induksi sekitar 200V-300V. Karena perbandingan kumparan sekunder lebih banyak dibanding kumparan primer, maka pada kumparan sekunder terjadi induksi yang lebih besar sekitar 10KV-20KV 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 dipasang 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 pengapian 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 dipasang unit pengatur saat pengapian otomatis atau ATU (automatic timing unit). Konstruksi ATU seperti ditunjukkan pada gambar 3.41 di bawah ini:

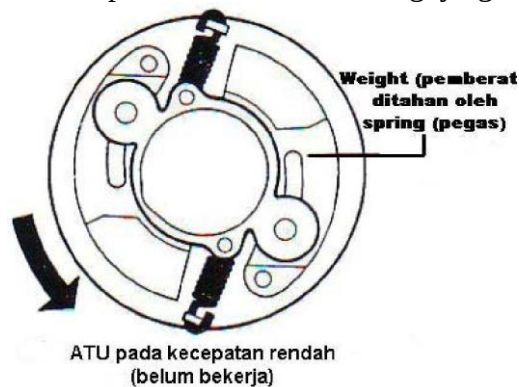


Gambar 159 ATU dengan dua buah platina

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| 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 | |

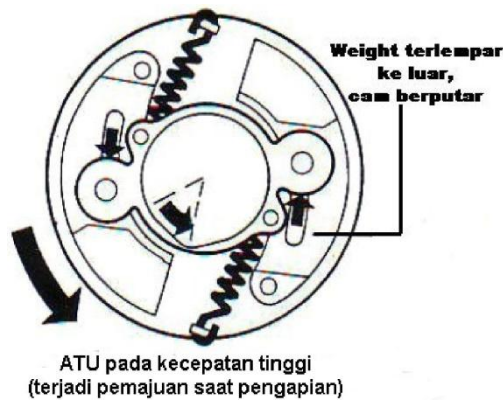
ATU terdiri dari sebuah piringan yang di bagian tengahnya terdapat pin (pasak) yang membawa cam (nok). Cam dapat berputar pada pin, tetapi pergerakannya dikontrol oleh dua buah pegas pemberat.

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 160 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 seki-tar +200 putaran sudut crankshaft (lihat gambar di bawah ini).



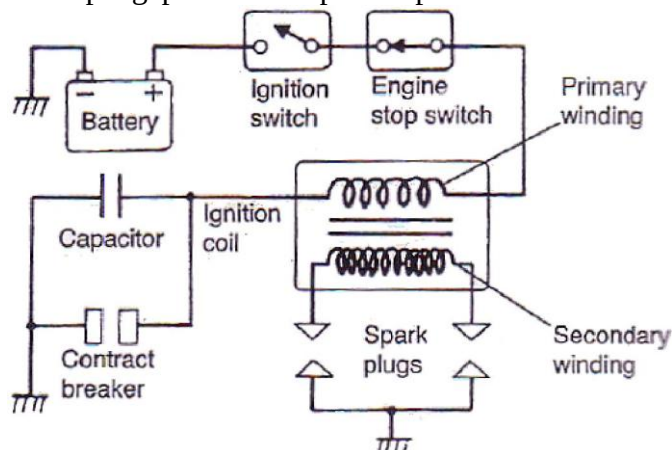
Gambar 161 Cara kerja ATU saat kecepatan tinggi

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.

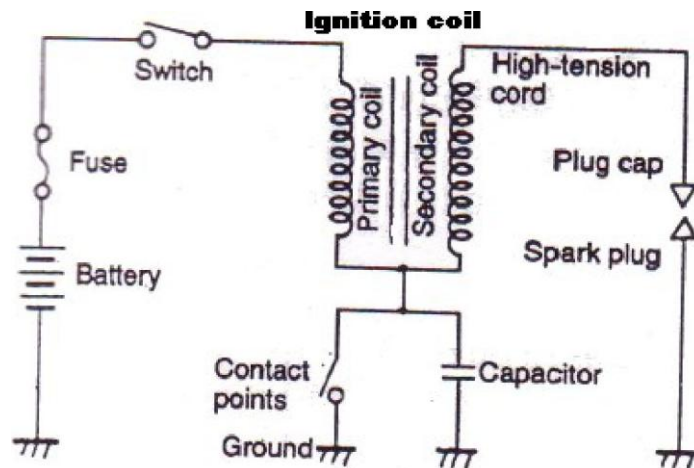
a. Cara kerja sistem pengapian baterai

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 162 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 163 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.

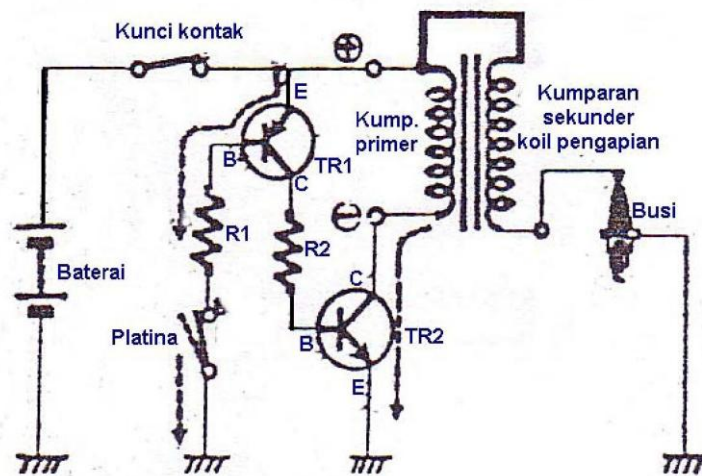
Terjadinya percikan bunga api pada busi yaitu saat transistor off disebabkan oleh arus dari rangkaian primer yang menuju ke massa (ground) terputus, sehingga terjadi induksi pada koil pengapian.

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 164 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 pengapian elektronik CDI. Diantaranya adalah tidak terdapatnya bagian-bagian yang bergerak (secara mekanik) dan mengandalkan magnetic trigger (magnet pemicu) dan sistem “pick

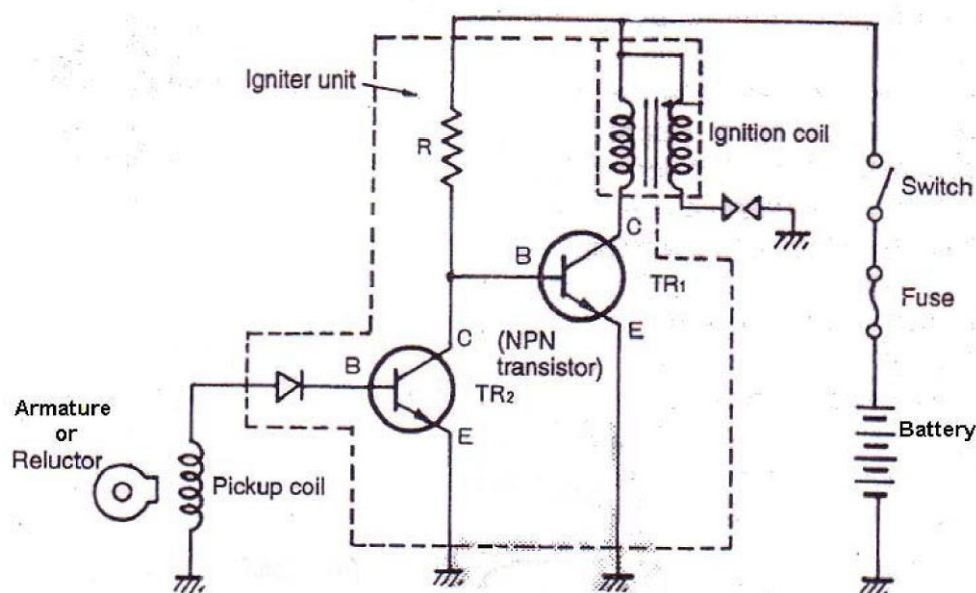
up coil” untuk memberikan sinyal ke control unit guna menghasilkan percikan bunga api pada busi. Sedangkan salah satu perbedaannya adalah pada sistem pengapian transistor menggunakan prinsip “field collapse”(menghilangkan/ menjatuhkan kemagnetan) dan pada sistem pengapian CDI menggunakan prinsip “field 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 165 Sistem pengapian full transistor

Pada saat yang bersamaan, sewaktu mesin berputar (hidup) timing plate tempat kedudukan reductor 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 koil 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 thyristor sebagai saklar elektronik dan pulser coil atau “pick-up coil” (koil 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 :

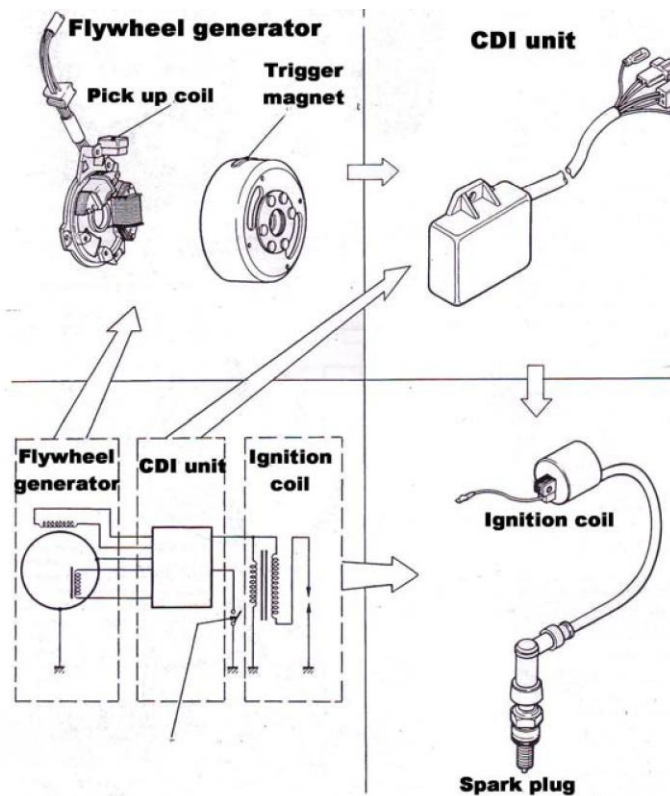
1. Tidak memerlukan penyetelan saat pengapian, karena saat pengapian terjadi secara otomatis yang diatur secara elektronik.
2. Lebih stabil, karena tidak ada loncatan bunga api seperti yang terjadi pada breaker point (platina) sistem pengapian konvensional.
3. Mesin mudah distart, karena tidak tergantung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

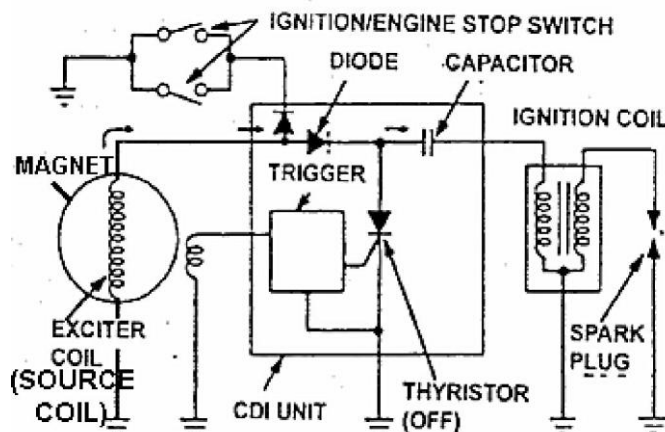
Sistem CDI-AC pada umumnya terdapat pada sistem pengapian elektronik yang suplai tegangannya berasal dari source coil (koil pengisi/sumber) dalam flywheel magnet (flywheel generator). Contoh ilustrasi komponen-komponen CDI-AC seperti gambar: 4.48 dibawah ini.



Gambar 166 Komponen-komponen CDI-AC berikut rangkaiannya

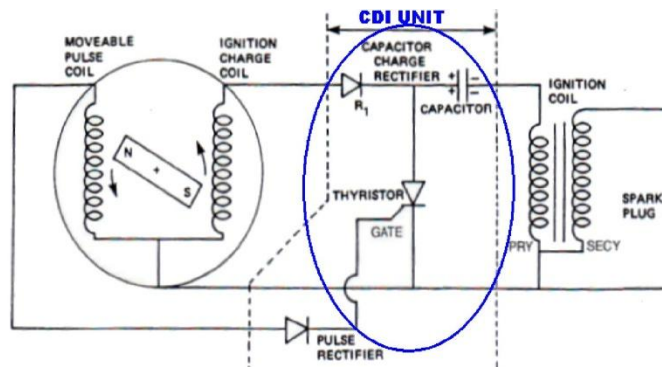
Cara Kerja Sistem Pengapian CDI-AC

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.



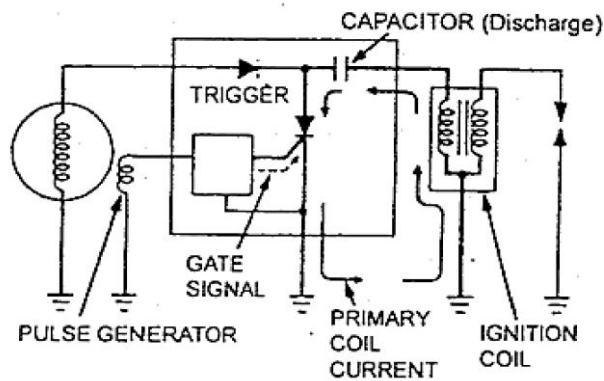
Gambar 167 Cara kerja CDI-AC (1)

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



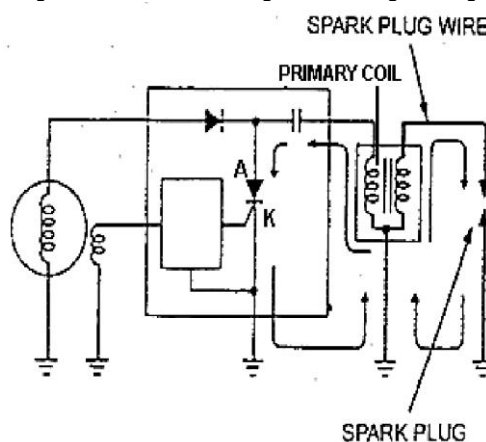
Gambar 168 Diagram rangkaian dasar Unit CDI

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. 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 169 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).



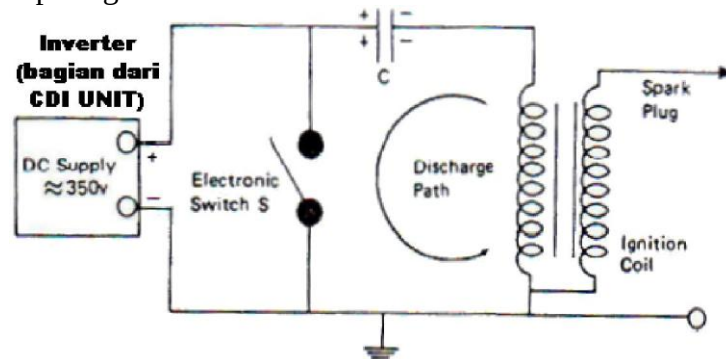
Gambar 170 Cara kerja CDI-AC (3)

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 tereduksi dengan cepat dan menghasilkan tegangan yang cukup tinggi untuk memercikan bunga api pada busi.

2. Sistem Pengapian CDI-DC

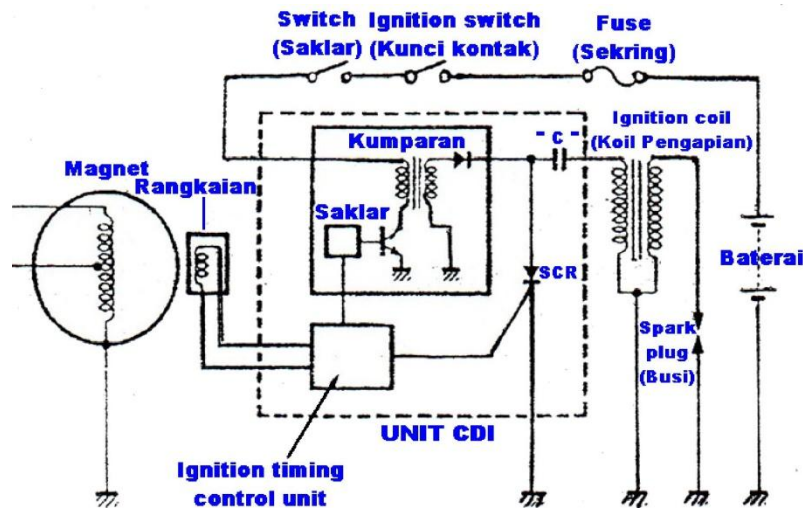
Sistem pengapian CDI ini menggunakan arus yang bersumber dari baterai. Prinsip dasar CDI-DC adalah seperti gambar di bawah ini:



Gambar 171 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 primer 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 172 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 sakelar. 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

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

Jama, Jalius dkk, Teknik Sepeda Motor Jilid 1, 2, dan 3 Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

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 MesinMesin 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.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Modul ini membahas tentang cara-cara melakukan overhoul sistem pendingin dan komponen-komponennya pada kendaraan ringan. Modul ini terdiri atas 3 kegiatan belajar. Kegiatan belajar 1 membahas tentang: prinsip kerja sistem pendinginan mesin; Kegiatan belajar 2 membahas tentang bagian-bagian sistem pendingin dan komponennya, yang meliputi termostat, pompa air, kipas pendingin listrik, kopling fluida, radiator, dan tutup radiator; Kegiatan belajar 3 membahas langkah kerja pemeliharaan/servis sistem pendingin dan komponennya.

D. Kompetensi

1. Standar Kompetensi:

- Melakukan overhoul sistem pendingin dan komponen-komponennya.

2. Kompetensi dasar:

- Memelihara/servis sistem pendingin dan komponennya
- Memperbaiki sistem pendingin dan komponennya
- Melakukan overhoul sistem pendingin dan komponennya.

BAB II

PEMBELAJARAN

A. Kegiatan Belajar

1. Kegiatan Belajar 1 : Prinsip Kerja Sistem Pendinginan Enjin

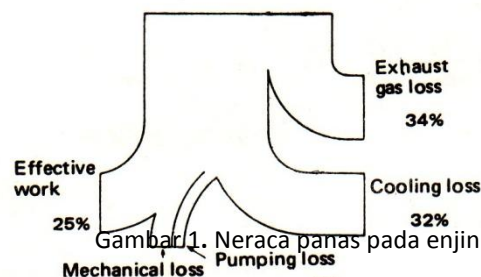
a. Tujuan Kegiatan Belajar 1

- 1) Mahasiswa dapat menjelaskan pentingnya sistem pendinginan pada enjin.
- 2) Mahasiswa dapat menjelaskan 2 macam sistem pendinginan enjin.
- 3) Mahasiswa dapat menjelaskan prinsip kerja sistem pendingin pada enjin.

b. Uraian Materi 1

1) Pentingnya Sistem Pendinginan Enjin

Menurut neraca panas, pada motor bakar hanya akan diperoleh sekitar 25 persen hasil pembakaran bakar yang dapat diubah menjadi energi mekanik. Sebagian besar panas akan keluar melalui gas buang (kira-kira 34 persen), melalui sistem pendinginan (kira-kira 32 persen) dan sisanya akan melalui kerugian pemompaan dan gesekan.



Gambar 1. Neraca panas pada enjin

Berdasarkan neraca panas di atas maka fungsi pendinginan pada motor menjadi penting, karena panas yang akan terserap oleh sistem pendinginan dapat mencapai 32 persen.

Bila mesin tidak didinginkan akan terjadi pemanasan yang lebih (*overheating*) dan akan mengakibatkan gangguan-gangguan sebagai berikut:

- a) Bahan akan lunak pada suhu tinggi. Contoh: torak yang terbuat dari logam paduan aluminium akan kehilangan kekuatannya (kira-kira sepertiganya) pada suhu tinggi (300°C), bagian atas torak akan berubah bentuk atau bahkan mencair.
- b) Ruang bebas (*clearance*) antara komponen yang saling bergerak menjadi terhalang bila terjadi pemuaian karena panas berlebihan. Misalnya torak akan memuai lebih besar (karena terbuat dari paduan aluminium) daripada blok silinder (yang terbuat dari besi tuang) sehingga gerakan torak menjadi macet.
- c) Terjadi tegangan termal, yaitu tegangan yang dihasilkan oleh perubahan suhu. Misalnya cincin torak yang patah, torak yang macet karena adanya tegangan tersebut.
- d) Pelumas lebih mudah rusak oleh karena panas yang berlebihan. Jika suhu naik sampai 250 °C pada alur cincin, pelumas berubah menjadi karbon dan cincin torak akan macet sehingga tidak berfungsi dengan baik, atau cincin macet (*ring stick*). Pada suhu 500 °C pelumas berubah menjadi hitam, sifat pelumasannya turun, torak akan macet sekalipun masih mempunyai ruang bebas.

- e) Pembakaran tidak normal. Motor bensin cenderung untuk terjadi ketukan (*knocking*).

Sebaliknya bila motor terlalu dingin akan terjadi masalah, yaitu:

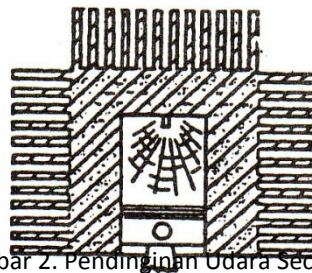
- a) Pada motor bensin bahan bakar akan sukar menguap dan campuran udara bahan bakar menjadi gemuk. Hal ini menyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna.
- b) Pada motor diesel bila udara yang dikompresi dingin akan mengeluarkan asap putih dan menimbulkan ketukan dan motor tidak mudah dihidupkan.
- c) Kalau pelumas terlalu kental, akan mengakibatkan motor mendapat tambahan tekanan
- d) Uap yang terkandung dalam gas pembakaran akan terkondensasi pada suhu kira-kira 50 °C

2) Macam Sistem Pendinginan

a) Sistem Pendinginan Udara

(1) Pendinginan oleh aliran udara secara alamiah.

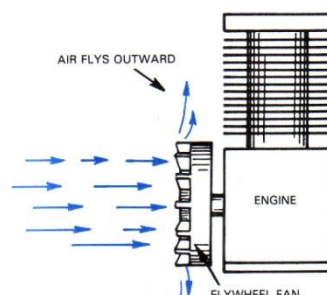
Pada sistem ini panas yang dihasilkan oleh pembakaran gas dalam ruang bakar sebagian dirambatkan keluar dengan menggunakan sirip-sirip pendingin (*cooling fins*) yang dipasangkan di bagian luar silinder (Gambar 2). Pada tempat yang suhunya lebih tinggi yaitu pada ruang bakar diberi sirip pendingin yang lebih panjang daripada sirip pendingin yang terdapat di sekitar silinder yang suhunya lebih rendah.



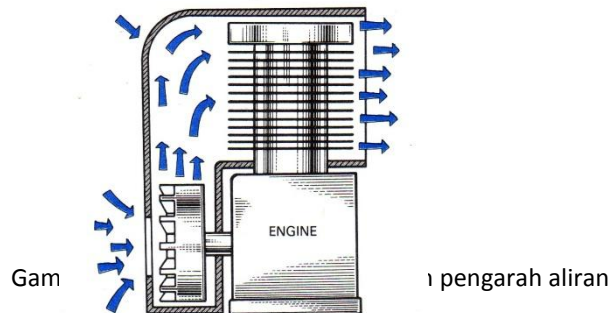
Gambar 2. Pendinginan Udara Secara Alamiah

(2) Pendinginan oleh tekanan udara

Udara yang menyerap panas dari sirip-sirip pendingin harus berbentuk aliran atau udaranya harus mengalir agar suhu udara di sekitar sirip tetap rendah sehingga penyerapan panas tetap berlangsung sempurna. Hal ini dapat dicapai dengan jalan menggerakkan sirip pendingin atau udaranya. Bila sirip pendingin yang digerakkan atau mesinnya bergerak seperti pada sepeda motor. Pada mesin stasioner aliran udaranya diciptakan dengan cara menghembuskannya melalui blower yang dihubungkan langsung dengan poros engkol Gambar 3 menunjukkan pendinginan udara menggunakan kipas/blower yang terpasang pada roda gila (*flywheel fan*), yang dianggap tidak efisien karena tanpa pengarah aliran (*shroud*). Agar aliran udara pendingin lebih dapat mendinginkan sirip-sirip digunakan pengarah (Gambar 4)



Gambar 3. Kipas udara pada roda gila

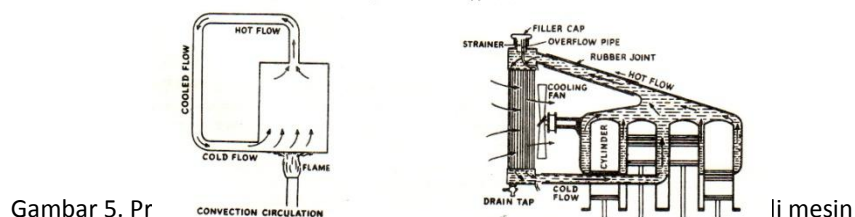


b) Sistem Pendinginan Air

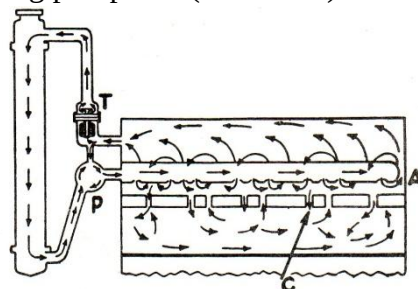
Pada sistem ini sebagian panas dari hasil pembakaran dalam ruang bakar diserap oleh air pendingin setelah melalui dinding silinder. Oleh karena itu di luar silinder dibuat mantel air (*water jacket*). Pada sistem pendinginan air ini air harus bersirkulasi. Adapun sirkulasi air dapat berupa 2 (dua) macam, yaitu:

- (1) Sirkulasi alamiah/Thermo-syphon
- (2) Sirkulasi dengan tekanan

Pada sistem pendinginan air dengan sirkulasi alamiah, air pendingin akan mengalir dengan sendirinya yang diakibatkan oleh perbedaan massa jenis air yang telah panas dan air yang masih dingin (Gambar 5). Agar air yang panas dapat dingin, maka sebagai pembuang panas dipasangkan radiator (Gambar 6). Air yang berada dalam mantel air dipanaskan oleh hasil pembakaran sehingga suhunya naik, sehingga massa jenisnya akan turun dan air ini didesak ke atas oleh air yang masih dingin dari radiator. Agar pembuangan panas dari radiator terjadi sebesar mungkin maka pada sistem pendingin dilengkapi juga dengan kipas yang berfungsi untuk mengalirkan udara pada radiator agar panas pada radiator dapat dibuang atau diserap udara.



Pada sirkulasi dengan tekanan pada prinsipnya sama dengan sirkulasi alam, tetapi untuk mempercepat terjadinya sirkulasi maka pada sistem dipasang pompa air (Gambar 7)



Gambar 7. Sirkulasi dengan tekanan

3) Proses Pendinginan Pada Enjin

Pada mesin bensin ataupun pada enjin diesel proses pendinginan tergantung pada sistem pendinginan yang digunakan. Pada pendinginan udara, panas akan berpindah dari dalam ruang bakar melalui kepala silinder, dinding silinder dan piston secara konduksi. Selanjutnya yang melalui dinding dan kepala silinder, panas akan berpindah melalui sirip-sirip (fins) dengan cara konveksi ataupun radiasi di luar silinder.

Pada pendinginan air secara alamiah, proses perpindahan panas/pendinginan melalui perubahan massa jenis air yang menurun karena panas selanjutnya air akan berpindah secara alamiah berdasarkan rapat massa sehingga terjadi sirkulasi alamiah untuk pendinginannya. Untuk mempercepat pembuangan panas pada sistem pendinginan air dipasangkan radiator. Melalui radiator ini panas akan dibuang ke udara melalui sirip-sirip radiator. Pada pendinginan air dengan tekanan, sirkulasi akan dipercepat oleh putaran kipas pompa sehingga sirkulasi air pada sistem ini akan lebih baik.

e. Tes Formatif 1

- 1) Jelaskan alasan utama diperlukan sistem pendinginan mesin!
- 2) Apa dampak yang terjadi pada enjin bila tidak terdapat sistem pendinginan yang baik? Sebutkan 3 dampak yang terjadi.
- 3) Jelaskan 2 jenis sistem pendinginan pada enjin yang anda ketahui!
- 4) Pada sepeda motor terdapat sirip pada blok dan kepala silindernya, Jelaskan fungsi sirip-sirip tersebut!
- 5) Jelaskan fungsi pompa air pada enjin dengan sistem pendinginan air!

f) Kunci Jawaban Formatif 1

- 1) Panas yang harus dikeluarkan oleh enjin sebesar 32 persen sehingga harus memiliki sistem pendingin yang baik. Bila tidak memiliki sistem pendinginan akan terjadi panas yang berlebihan (overheating)
- 2) Bila tidak ada sistem pendinginan yang baik akan menimbulkan dampak: bahan logam akan kehilangan kekuatan bahkan dapat mencair, ruang bebas antara komponen yang bergerak akan terhalang, timbul tegangan termal, dan kemampuan pelumas akan turun.
- 3) Sistem pendinginan udara dan sistem pendinginan air. Sistem pendinginan udara dengan memanfaatkan aliran udara angin atau kipas. Sistem pendinginan air menggunakan sifat massa jenis air untuk sirkulasi air secara alamiah atau dipompa.
- 4) Fungsi sirip-sirip pada sepeda motor adalah untuk mempercepat pembuangan panas melalui peristiwa konveksi ke udara luar.

- 5) Fungsi pompa air adalah untuk mempercepat sirkulasi air pendingin sehingga pembuangan panas melalui radiator akan cepat pula.

2. Kegiatan Belajar 2: Bagian-bagian Sistem Pendingin dan dipelihara/servis

a. Tujuan Kegiatan Belajar 2

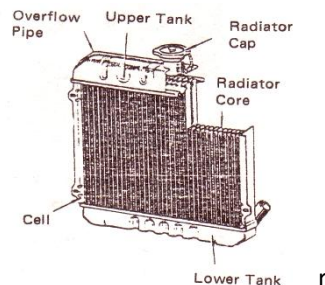
- 1) Mahasiswa dapat menjelaskan fungsi dan cara kerja radiator pada sistem pendinginan air.
- 2) Mahasiswa dapat menjelaskan fungsi dan cara kerja pompa air pada sistem pendinginan air.
- 3) Mahasiswa dapat menjelaskan fungsi dan cara kerja kipas pada sistem pendinginan air
- 4) Mahasiswa dapat menjelaskan fungsi dan cara kerja katup termostat pada sistem pendinginan air
- 5) Siswa dapat menjelaskan fungsi dan cara kerja tutup radiator pada sistem pendinginan air
- 6) Siswa dapat menjelaskan fungsi dan cara kerja tangki reservoir pada sistem pendinginan air

b. Uraian Materi 2

Komponen-komponen sistem pendinginan air yang penting dan perlu dipelihara/diservis adalah: (1) Radiator, (2) Tutup radiator, (3) Pompa air, (4) Kipas, (5) Katup termostat, (6) Tangki reservoir

1) Radiator

Radiator pada sistem pendinginan berfungsi untuk mendinginkan air atau membuang panas air ke udara melalui sisip-sirip pendinginnya. Konstruksi radiator dapat dilihat pada gambar 8.



Konstruksi radiator terdiri dari:

a) Tangki atas

Tangki atas berfungsi untuk menampung air yang telah panas dari mesin. Tangki atas dilengkapi dengan lubang pengisian, pipa pembuangan dan saluran masuk dari mesin. Lubang pengisian harus ditutup dengan tutup radiator. Pipa pembuangan untuk mengalirkan kelebihan air dalam sistem pendinginan yang disebabkan oleh ekspansi panas dari air keluar atau ke tangki reservoir. Saluran masuk ditempatkan agak keujung tangki atas.

b) Inti radiator (*radiator core*)

Inti radiator berfungsi untuk membuang panas dari air ke udara agar suhu air lebih rendah dari sebelumnya. Inti radiator terdiri dari pipa-pipa air untuk mengalirkan air dari tangki atas ke tangki bawah dan sisip-sirip pendingin untuk membuang panas air dalam pipa-pipa air. Udara juga dialirkan diantara sirip-sirip pendingin agar pembuangan panas secepat mungkin. Warna inti radiator dibuat

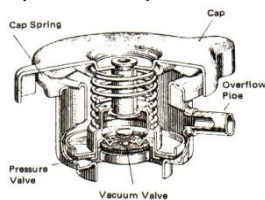
hitam agar perpindahan panas radiasi dapat terjadi sebesar mungkin. Besar kecilnya inti radiator tergantung pada kapasitas mesin dan jumlah pipa-pipa air dan sisir-sisirnya

c) Tangki bawah

Tangki bawah berfungsi untuk menampung air yang telah didinginkan oleh inti radiator dan selanjutnya disalurkan ke mesin melalui pompa. Pada tangki bawah juga dipasangkan saluran air yang berhubungan dengan pompa air dan saluran pembuangan untuk membuang air radiator pada saat membersihkan radiator dan melepas radiator.

2) Tutup Radiator

Tutup radiator berfungsi untuk menaikkan titik didih air pendingin dengan jalan menahan ekspansi air pada saat air menjadi panas sehingga tekanan air menjadi lebih tinggi daripada tekanan uap luar. Di samping itu pada sistem pendinginan tertutup, tutup radiator berfungsi untuk mempertahankan air pendingin dalam sistem meskipun dalam keadaan dingin atau panas. Untuk maksud tersebut tutup radiator dilengkapi dengan katup pengatur tekanan (*relief valve*) dan katup vakum (*Gambar 9*).

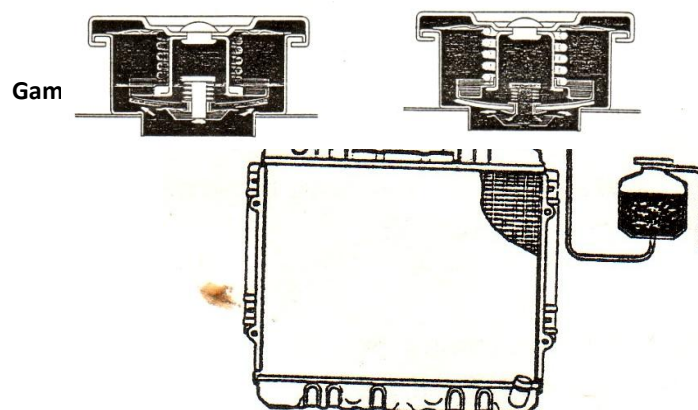


Gambar 9. Tutup radiator

Cara kerja katup-katup pada tutup radiator adalah sebagai berikut:

Pada saat mesin dihidupkan suhu air pendingin segera naik dan akan menyebabkan kenaikan volume air sehingga cenderung keluar saluran pengisian radiator. Keluarnya air tersebut ditahan oleh katup pengatur tekanan sehingga tekanan naik. Kenaikan tekanan akan menaikkan titik didih air yang berarti mempertahankan air pendingin dalam sistem. Bila kenaikan suhu sedemikian rupa sehingga menyebabkan kenaikan volume air yang berlebihan, tekanan air akan melebihi tekanan yang diperlukan dalam sistem. Karena air akan mendesak katup pengatur tekanan untuk membuka dan air akan keluar melalui katup ini ke pipa pembuangan. (*Gambar 10a*).

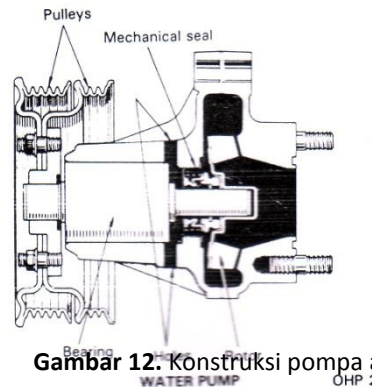
Pada saat suhu air pendingin turun akan terjadi penurunan volume, yang akan menyebabkan terjadinya kevakuman dalam sistem yang selanjutnya akan membuka katup vakum sehingga dalam sistem tidak terjadi kevakuman lagi (*Gambar 10b*). Sistem yang menggunakan tangki reservoir, kevakuman akan diisi oleh air sehingga air dalam sistem akan tetap (*Gambar 11*). Bila sistem tidak menggunakan tangki reservoir maka yang masuk adalah udara.



Gambar 11. Radiator dengan tangki reservoir

3) Pompa Air

Pompa air berfungsi untuk menyirkulasikan air pendingin dengan jalan membuat perbedaan tekanan antara saluran isap dengan saluran tekan pada pompa. Pompa air yang biasa digunakan adalah pompa sentrifugal. Pompa air ini digerakkan oleh mesin dengan bantuan tali kipas (*"V" belt*) dan puli dengan perbandingan putaran antara pompa air dengan mesin sekitar 0,9 sampai 1,3. Hal ini dimaksudkan agar dapat mengalirkan air pendingin sesuai dengan operasi mesin (Gambar 12)



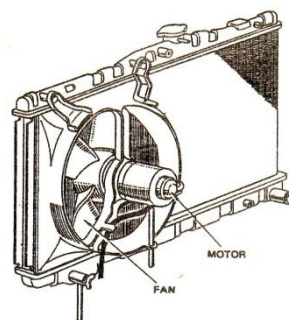
Gambar 12. Konstruksi pompa air

Pompa ini terdiri dari: (a) Poros, (b) Impeller, dan (c) Water seal

4) Kipas Pendingin

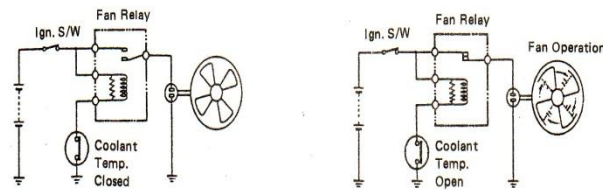
Kipas berfungsi untuk mengalirkan udara pada inti radiator agar panas yang terdapat pada inti radiator dapat dipancarkan ke udara dengan mudah. Kipas pendingin dapat berupa kipas pendingin biasa (yang diputar oleh mesin) atau kipas pendingin listrik. Kipas pendingin biasa digerakkan oleh putaran puli poros engkol. Poros kipas biasa sama dengan poros pompa air sehingga putaran kipas sama dengan putaran pompa.

Pada kipas pendingin listrik digerakkan oleh motor listrik akan menghasilkan efisiensi pendinginan yang lebih baik (terutama pada kecepatan rendah dan beban berat) dan membantu pemanasan awal air pendingin yang lebih cepat, penggunaan bahan bakar yang lebih hemat, dan mengurangi suara berisik (Gambar 13).



enggerak motor listrik

Adapun cara kerja kipas pendingin listrik sebagai berikut:



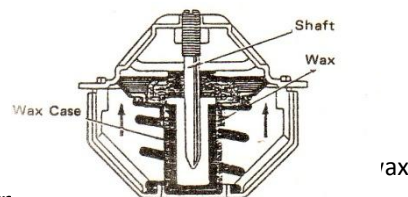
Bila suhu air pendingin dibawah 83°C temperature switch ON dan relay berhubungan dengan masa. Fan relay coil terbuka dan motor tidak bekerja.

Bila suhu air pendingin di atas 83°C , *temperature switch* akan OFF dan sirkuit relay ke masa terputus. Fan relay tidak bekerja, maka kontak poin merapat dan kipas mulai bekerja.

5) Katup Termostat

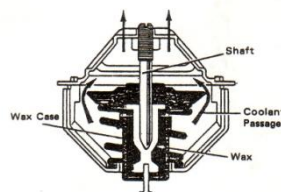
Katup termostat berfungsi untuk menahan air pendingin bersirkulasi pada saat suhu mesin yang rendah dan membuka saluran dari mesin ke radiator pada saat suhu mesin mencapai suhu idealnya. Katup termostat biasanya dipasang pada saluran air keluar dari mesin ke radiator yang dimaksudkan agar lebih mudah untuk menutup saluran bila mesin dalam keadaan dingin dan membuka saluran bila mesin sudah panas.

Ada 2 tipe termostat, yaitu tipe bellow dan tipe wax. Kebanyakan termostat yang digunakan adalah tipe wax. Di samping itu termostat tipe wax ada yang menggunakan katup by pass dan tidak menggunakan katup by pass.



Cara kerja katup termostat adalah sebagai berikut.

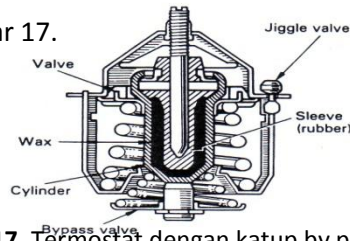
Pada saat suhu air pendingin rendah katup tertutup atau saluran dari mesin ke radiator terhalang oleh wax (lilin) yang belum memuai. Bila suhu air pendingin naik sekitar 80 sampai dengan 90 derajat Celcius maka lilin akan memuai dan menekan karet. Karet akan berubah bentuk dan menekan poros katup. Oleh karena posisi poros tidak berubah maka karet yang sudah berubah tersebut akan membawa katup untuk membuka (Gambar 16) .



Gambar 16. Katup termostat pada saat suhu $80-90^{\circ}\text{C}$

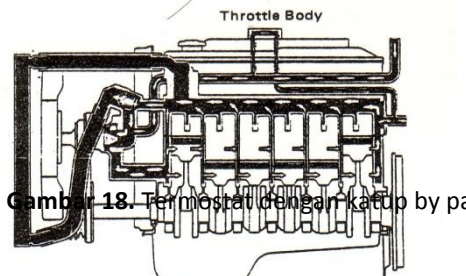
Untuk menghindari terjadinya tekanan air yang tinggi pada saat katup termostat tertutup, pada saluran di bawah katup dibuatkan saluran ke pompa air yang dikenal dengan saluran pintas (*by pass*).

Lihat gambar 17.

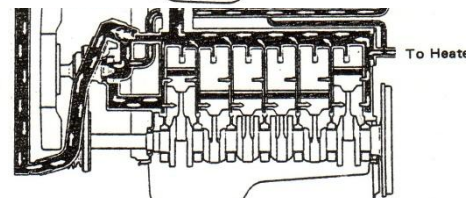


Gambar 17. Termostat dengan katup by pass

Cara kerja katup by pass pada termostat dapat dilihat pada sistem pendingin mesin pada saat dingin dan panas (Gambar 18 dan gambar 19)



Gambar 18. Termostat dengan katup by pass pada saat dingin



Gambar 19. Termostat dengan katup by pass pada saat panas

c. Tes Formatif 2

- 1) Jelaskan fungsi dan cara kerja radiator dalam sistem pendinginan air serta alasan mengapa harus diservis.
- 2) Jelaskan fungsi dan cara kerja tutup radiator dalam sistem pendinginan air
- 3) Jelaskan fungsi dan cara kerja tangki reservoir dalam sistem pendinginan air
- 4) Jelaskan fungsi dan cara kerja kipas pendinginan serta alasan perlunya diservis.
- 5) Jelaskan fungsi dan cara kerja termostat pada sistem pendinginan air pada mesin.

d. Kunci Jawaban Formatif 2

- 1) Radiator berfungsi untuk mendinginkan air atau membuang panas air ke udara melalui sirip-sirip pendinginnya. Cara kerjanya adalah membuang panas secara konveksi dan radiasi. Radiator perlu diservis karena untuk mengalirnya air pendingin dengan sirip yang sangat banyak
- 2) Tutup radiator berfungsi untuk menaikkan titik didih air pendingin dengan jalan menahan ekspansi air pada saat air menjadi panas sehingga tekanan air menjadi lebih tinggi daripada tekanan udara luar. Tutup radiator perlu diservis dari kemungkinan kebocoran perapatnya dari tekanan
- 3) Tangki reservoir berfungsi untuk menampung air pendingin ketika terjadi kenaikan tekanan air karena suhu tinggi dalam radiator sehingga air akan meluap. Ketika suhu air pendingin turun terjadi kevakuman maka air dalam tangki reservoir akan diisap kembali ke dalam radiator.
- 4) Kipas berfungsi untuk mengalirkan udara pada inti radiator agar panas yang terdapat pada inti radiator dapat dipancarkan ke udara dengan mudah. Kipas pendingin dapat berupa kipas pendingin biasa (yang diputar oleh mesin)

dan kipas pendingin listrik yang digerakkan oleh motor listrik. Kipas perlu diservis dari kemungkinan kotor dan porosnya yang aus, serta tali kipasnya yang kendur.

- 5) Katup termostat berfungsi untuk menahan air pendingin bersirkulasi pada saat suhu mesin yang rendah dan membuka saluran dari mesin ke radiator pada saat suhu mesin mencapai suhu idealnya. Katup termostat perlu diservis dari kemungkinan tidak berfungsi secara baik.

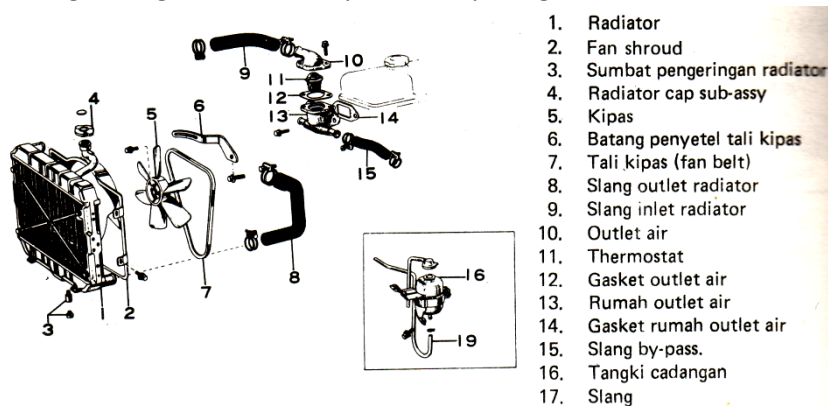
3. Kegiatan belajar 3: Pemeliharaan/servis sistem pendinginan dan komponen-komponennya.

a. Tujuan Kegiatan Belajar 3

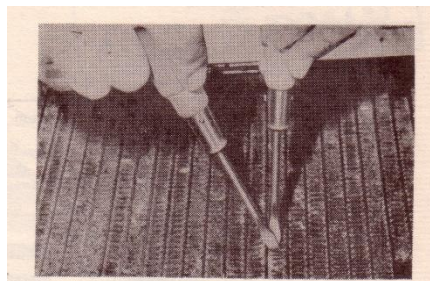
- 1) Mahasiswa dapat melakukan servis radiator pada sistem pendinginan air.
- 2) Mahasiswa dapat melakukan servis tutup radiator pada sistem pendinginan air
- 3) Mahasiswa dapat melakukan servis pompa air pada sistem pendinginan air.
- 4) Mahasiswa dapat melakukan servis katup termostat pada sistem pendinginan air

b. Uraian Materi 3

- 1) Pemeliharaan/servis Radiator dan tutup radiator.
Bagian-bagian radiator dapat dilihat pada gambar 20.

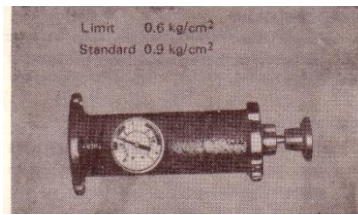


- (a) Pemeriksaan pipa-pipa dan bagian yang disolder pada tangki atas dan bawah dari kemungkinan bocor, kalau perlu diperbaiki atau diganti
- (b) Periksa sirip dan inti radiator dan perbaiki sirip yang menghambat saluran air dengan menggunakan obeng pipih seperti pada gambar 21.



- (c) Bila yang tersumbat dari intinya melebihi 20 persen, radiator harus diganti
- (d) Periksalah slang radiator dan jika ternyata rusak atau keras harus diganti
- (e) Periksalah katup pengatur pada tutup radiator dan katup vakum dari kemungkinan pegasnya yang lemah atau dudukannya kurang rapat. Jika

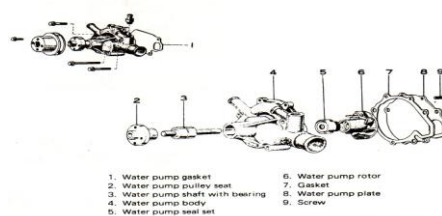
katup membuka pada tekanan di bawah harga spesifikasi atau ada kerusakan lain, tutup radiator harus diganti.



Gambar 22. Pemeriksaan tutup radiator

2) Pemeliharaan/servis Pompa air

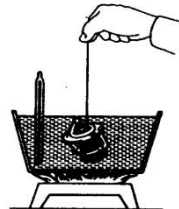
Untuk servis pompa air dilakukan dengan membongkar, membersihkan, mengganti seal-seal yang bocor, memastikan kerapatannya dan merakit kembali. Untuk memahami pompa air dapat dilihat bagian-bagian pompa air seperti gambar 23.



3) Pemeliharaan/servis Termostat

Untuk menservis termostat dilakukan dengan: (a) membuka termostat dari sistem pendinginan, (b) memeriksa termostat dengan cara:

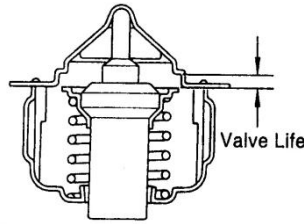
- mencelupkan termostat ke dalam air dan panaskan air secara bertahap, kemudian periksa temperatur pembukaan katup.



Gambar 24. Memeriksa kerja termostat

Temperatur pembukaan katup : 80° - 90° C. Jika temperatur pembukaan katup tidak sesuai dengan spesifikasi, thermostat perlu diganti.

- Memeriksa tinggi kenaikan katup. Jika kenaikan katup tidak sesuai dengan spesifikasi, maka termostat perlu diganti. Spesifikasi kenaikan katup pada 95° C : 8 mm atau lebih.



Gambar 25. Pemeriksaan tinggi kenaikan katup

c. Tes Formatif 3

- 1) Jelaskan langkah-langkah pemeriksaan dan perbaikan pada unit radiator ?
- 2) Jelaskan cara melakukan pengujian termostat.

d. Kunci Jawaban Formatif 3

- a. Pemeriksaan dan perbaikan radiator dilakukan sebagai berikut:
 - (a) Pemeriksaan pipa-pipa dan bagian yang disolder pada tangki atas dan bawah dari kemungkinan bocor, kalau perlu diperbaiki atau diganti
 - (b) Periksa sirip dan inti radiator dan perbaiki sirip yang menghambat saluran air dengan menggunakan obeng pipih.
 - (c) Bila yang tersumbat dari intinya melebihi 20 persen radiator harus diganti
 - (d) Periksa slang radiator dan jika ternyata rusak atau keras harus diganti.
 - (e) Periksa katup pengatur pada tutup radiator dan katup vakum dari kemungkinan pegasnya yang lemah atau dudukannya kurang rapat. Jika katup membuka pada tekanan di bawah harga spesifikasi atau ada kerusakan lain , tutup radiator harus diganti.
- 2) Cara menguji termostat adalah sebagai berikut :
 Untuk menguji termostat dilakukan dengan cara: (a) membuka termostat dari sistem pendinginan, (b) memeriksa termostat dengan cara: menaruh termostat pada tempat yang berisi air. Panaskan air perlahan-lahan sehingga temperaturnya naik. Periksa pada temperatur berapa katup termostat mulai membuka. Termostat yang baik mulai membuka pada temperatur $\pm 80^{\circ}$. Jika termostat tidak membuka berarti tidak baik dan harus diganti.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (t.th.). *Pedoman Reparasi Mesin B: Diesel*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim (t.th.). *Pedoman Reparasi Mesin 2D*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim (t.th.). *Pedoman Reparasi Mesin 16R dan 18R*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim. (1994). *New Step 2 Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim. (1995). *Materi Pelajaran Engine Group Step 2*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.
- Anonim. (2004). Modul Melakukan overhaul sistem pendingin dan komponen-komponennya.
- Nakoela Soenarto. 1985. *Motor Serbaguna*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Stockel, Martin W., and Stockel, Martin T. 1982. *Auto Mechanic Fundamental*. South Holland: The Goodheart-Willcox Company, Inc.

BAB I

PENDAHULUAN

B. Deskripsi

Modul ini memberikan kemampuan dasar untuk mampu Menginterpretasikan Gambar Teknik terutama pada Teknik Otomotif. Pembahasan dilakukan dalam 3 kegiatan belajar. Kegiatan Belajar 1: Menggambar perspektif, proyeksi, pandangan, dan potongan; Kegiatan Belajar 2: Membaca wiring diagram.

B. Kompetensi

1. Standar Kompetensi : Mampu menginterpretasikan gambar teknik
2. Kompetensi Dasar : - Menggambar perspektif, proyeksi, pandangan,
dan potongan
- Membaca wiring diagram

BAB II PEMBELAJARAN

A. Kegiatan Pembelajaran

1. Kegiatan Pembelajaran 1: Menggambar Perspektif, Proyeksi, Pandangan, dan Potongan

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 1

Setelah selesai mempelajari kegiatan belajar 1, diharapkan peserta dapat :

- 1). Menjelaskan proyeksi gambar
- 2). Menafsirkan potongan gambar

Uraian Materi

Proyeksi

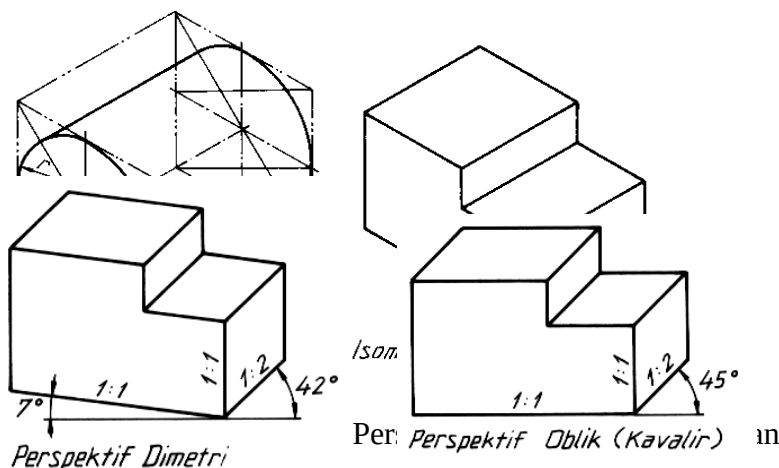
Untuk mengetahui arti proyeksi, ingat saja kata proyektor yaitu alat untuk memproyeksikan gambar pada suatu layar. Arti proyeksi ialah memindahkan suatu bentuk dari suatu sudut pandang tertentu pada suatu ruang gambar. Berdasarkan paparan di atas, dalam gambar teknik gambar proyeksi terdiri atas gambar tiga dimensi (piktorial/perspektif) dan gambar dua dimensi (proyeksi ortogonal).

Gambar tiga dimensi (piktorial/perspektif)

Pada gambar tiga dimensi, bentuk benda dapat diketahui dengan cepat karena ketiga sisi dari benda digambarkan. Sehingga gambar ini digunakan antara lain pada brosur, katalog.

Berikut disampaikan gambar tiga dimensi yang sering digunakan, yaitu :

- a. **Isometri**, sisi kiri dan sisi kanan mempunyai sudut kemiringan 30° , skala sisi kiri, sisi kanan dan pada arah tegak 1 : 1. Sehingga jika kita menggambar kubus maka akan tergambar kubus .
- b. **Dimetri**, sisi kiri mempunyai sudut kemiringan 7° sedangkan sudut kemiringan sisi kanan 42° , skala sisi kiri dan pada arah tegak 1 : 1, skala pada sisi kanan 1 : 2. Sehingga jika kita menggambar sebuah kubus akan tergambar menjadi sebuah balok.
- c. **Oblik (Kavalir)**, sisi kiri merupakan garis mendatar dan sisi kanan mempunyai sudut kemiringan 45° , skala sisi kiri dan pada arah tegak 1 : 1, skala pada sisi kanan 1 : 2. Sehingga jika kita menggambar sebuah kubus akan tergambar menjadi sebuah balok.



Gambar dua dimensi (proyeksi ortogonal)

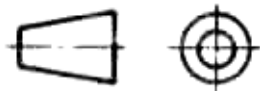
Bentuk yang rumit ternyata sulit untuk diinformasikan dengan gambar tiga dimensi, misalkan bagian-bagian yang terhalang atau gambar sebuah ulir. Dengan alasan tersebut maka gambar kerja pada umumnya digambar menggunakan proyeksi ortogonal (gambar dua dimensi).

Prinsip proyeksi ortogonal adalah dengan membayangkan bahwa benda tiga dimensi diproyeksikan pada bidang-bidang yang saling tegak lurus (ortogonal), sehingga dihasilkan gambar dua dimensi yang disebut pandangan (tampak). Setelah itu bidang-bidang yang saling tegak lurus tersebut dibentangkan menjadi bidang datar, bidang datar itulah yang menjadi bidang gambar.

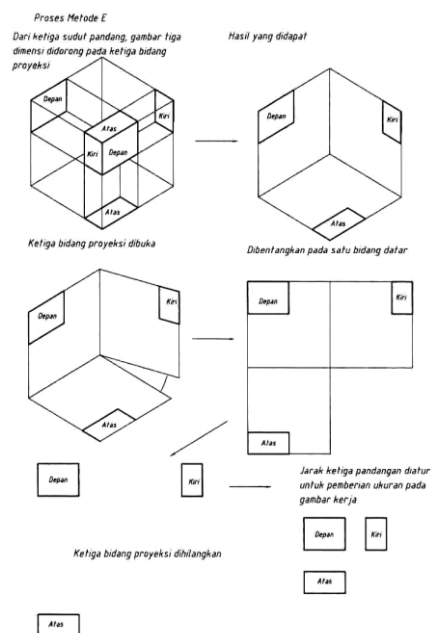
Menurut ISO, gambar dua dimensi yang standar ialah metode proyeksi sudut pertama (*first angle projection*/proyeksi Eropa/metode E) dan metode proyeksi sudut ketiga (*third angle projection*/proyeksi Amerika/metode A), penggunaan kedua cara ini tergantung dari kebiasaan masing-masing perusahaan, misalkan perusahaan A menggunakan metode E sedangkan perusahaan B menggunakan metode A.

Untuk memudahkan cara membuat gambar dua dimensi maka pada paparan berikutnya disampaikan cara praktis untuk memahami gambar dua dimensi dengan cepat.

Metode E



Lambang untuk metode E, biasanya disimpan pada bagian bawah dari ruang gambar atau pada kepala gambar.

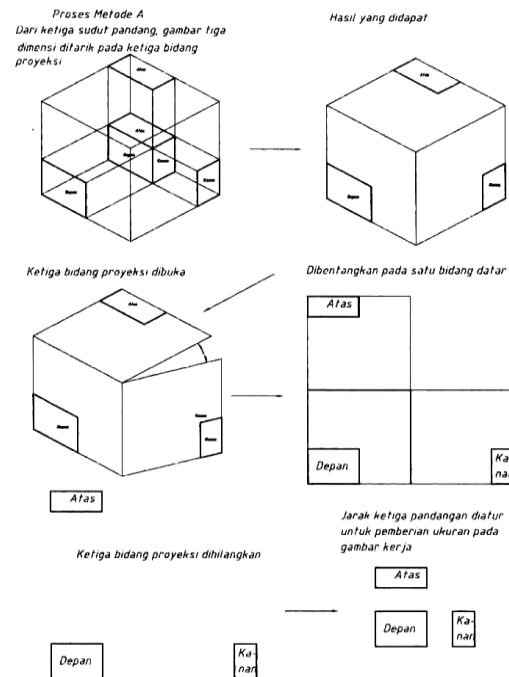


- Metode A



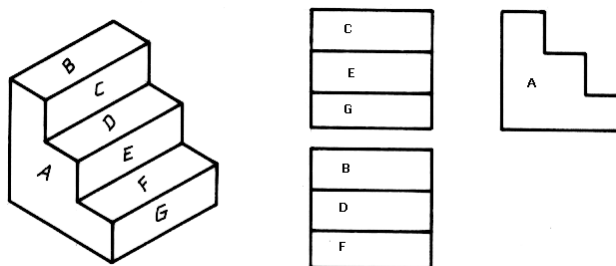
Lambang untuk metode A, biasanya disimpan pada bagian bawah dari ruang gambar atau pada kepala gambar.

Gambar 4. Lambang metode A



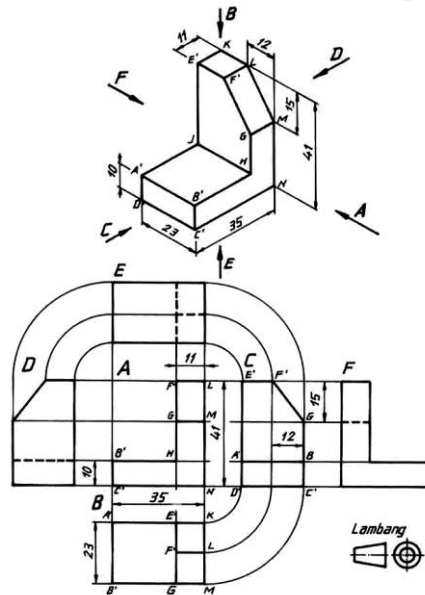
Gambar 5. Proses metode A

Gambar berikut merupakan pandangan depan, kiri dan atas dari metode E. Pandangan kiri dan atas mengacu pada pandangan depan, untuk pandangan kiri dilihat dari sebelah kiri pandangan depan, didorong dan digambar pada sebelah kanan pandangan depan. Dengan cara sama, untuk pandangan atas, dilihat dari sebelah atas, didorong dan digambar pada sebelah bawah pandangan depan.



Gambar 6. Penerapan metode E

Gambar berikut memperlihatkan cara menggambar enam pandangan menurut metode E, yaitu pandangan depan (utama/A), atas (B), kiri (C), kanan (D), bawah (E) dan belakang (F).



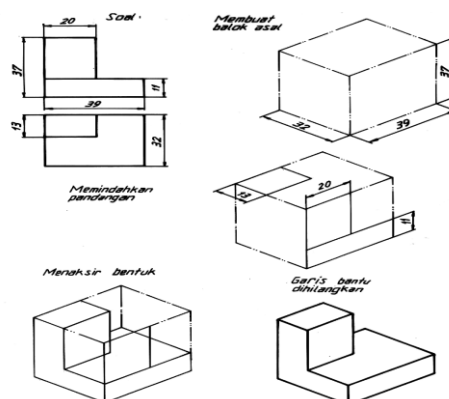
Gambar 7. Enam pandangan metode E

Membaca Gambar Dua Dimensi

Sangat diperlukan keterampilan membaca gambar dengan cepat bagi orang teknik, yaitu menafsirkan bentuk tiga dimensi dengan berdasarkan gambar dua dimensi karena gambar kerja pada umumnya disajikan dalam bentuk proyeksi ortogonal (gambar dua dimensi).

Paparan berikut ini adalah langkah-langkah (terutama bagi yang baru mempelajari gambar teknik) untuk menafsirkan bentuk dengan berdasarkan gambar dua dimensi:

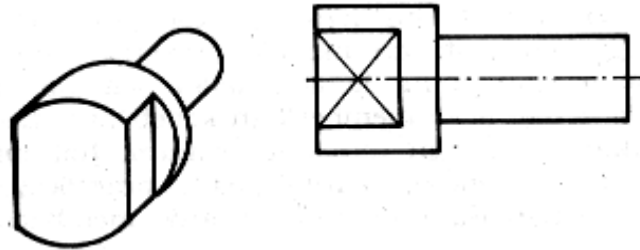
- Membuat balok asal, ukuran diambil dari pandangan depan dan atas (kiri).
- Memindahkan pandangan, pandangan dipindahkan pada sisi balok, ukuran diambil dari masing-masing bagian.
- Menaksir bentuk, dalam contoh dengan mengacu pada pandangan depan dapat disimpulkan bahwa bagian kanan kosong, menurut pandangan atas, bagian depan yang kosong.
- Garis bantu dihilangkan, supaya bentuk lebih jelas.
- Memeriksa gambar dengan cara membandingkan antara gambar tiga dimensi yang telah dibuat dengan gambar dua dimensi.



Gambar 8. Cara membaca gambar

Penyajian Proyeksi Ortogonal pada Gambar Kerja
Pemilihan Pandangan

Pandangan suatu benda yang memberikan informasi terbanyak, dinyatakan sebagai pandangan utama atau pandangan depan.



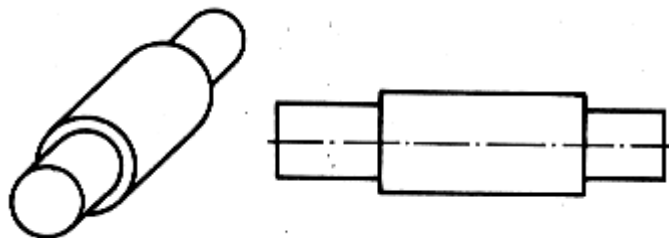
Gambar 9. Pemilihan Pandangan

Jumlah Pandangan

Jumlah pandangan (termasuk potongan) yang dibutuhkan disesuaikan dengan keperluan tanpa dapat menimbulkan keraguan, misalnya untuk benda silindris dengan bentuk yang sederhana cukup digambar satu pandangan.

Posisi Gambar

erutama pandangan depan harus digambarkan sesuai dengan kedudukan utama saat dibuat.



Gambar 11. Posisi Gambar

Tes Formatif

1. **Sebutkan fungsi dari gambar perspektif?**
2. Sebutkan sisi miring dan kanan dari isometri, dimetri dan kavalir?
3. Kekurangan dari perspektif dibandingkan dengan proyeksi ortogonal adalah
4. Proyeksi ortogonal menurut ISO adalah
5. Jumlah pandangan yang benar adalah
6. Sebagai acuan untuk pandangan lain digunakan pandangan utama yaitu

Gambar Potongan

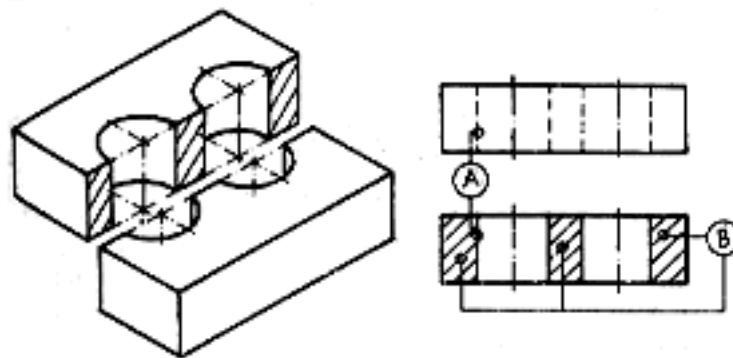
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 2

- 1) Mengetahui fungsi gambar potongan.
- 2) Mengetahui cara terjadinya gambar potongan.
- 3) Dapat menentukan bidang yang diarsir.
- 4) Memahami cara membuat gambar potongan seluruh, potongan setengah, potongan lokal.
- 5) Mampu membuat gambar potongan seluruh, potongan setengah, potongan lokal.
- 6) Mampu menyajikan gambar potongan sesuai ISO.

Potongan

Untuk memperlihatkan bagian dalam yang berongga dari benda pada gambar, seperti lubang bor dipergunakan gambar potongan (*section*), sehingga dihasilkan gambar dengan bentuk yang lebih jelas karena garis putus-putus berubah menjadi garis tebal. Jika tidak membantu pada gambar potongan, garis yang terhalang tidak perlu digambar.

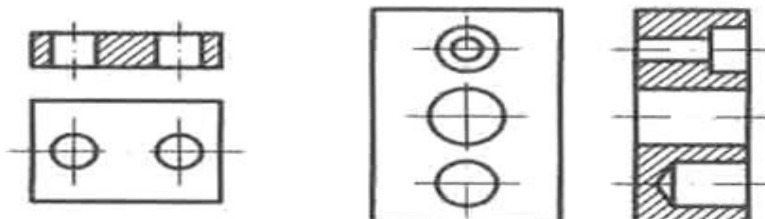
- **Prinsip Potongan**
- **Potongan seluruh (potongan dalam satu bidang)**
Terjadinya gambar potongan seluruh diperlihatkan pada gambar



Gambar 1. Potongan seluruh

Catatan :

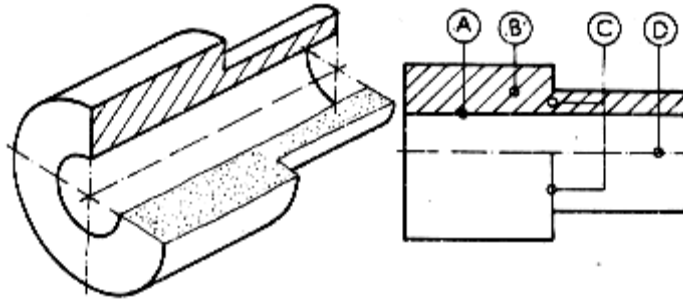
- a. Apabila digambar dengan pandangan lain, maka gambar pandangan tersebut tetap utuh (proyeksi yang tidak dipotong), seperti diperlihatkan pada gambar.
- b. Perubahan garis dari gambar pandangan ke gambar potongan diperlihatkan oleh A.
- c. Bagian pejal yang terpotong diberi garis arsir B.



Gambar 2. Potongan seluruh dengan pandangnya

Potongan setengah

Gambar potongan setengah hanya berlaku untuk gambar simetri, sehingga sebagian merupakan gambar potongan dan sebagian lagi gambar pandangan, lihat gambar



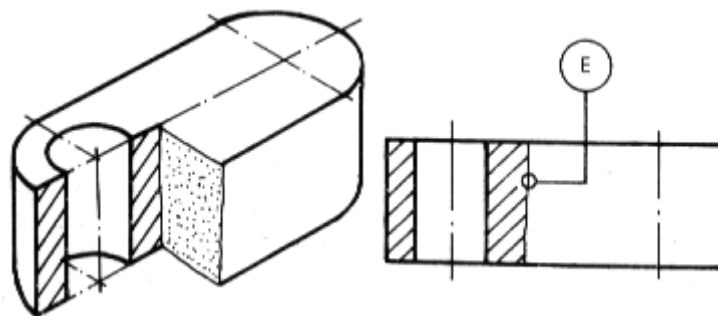
Gambar 3. Potongan setengah

Catatan :

- Sisi lubang yang digambar hanya yang tampaknya saja (A);
- Bagian pejal yang terpotong diarsir (B);
- Garis putus – putus tidak perlu digambar lagi, karena gambar sudah jelas (C);
- Batas potongan digambar oleh garis rantai tipis titik tunggal (D).

Potongan setempat

Potongan setempat cocok digunakan apabila hanya diperlukan sebagian dari benda yang ingin diperlihatkan atau untuk dipotong memanjang, misalnya alur pasak pada poros.



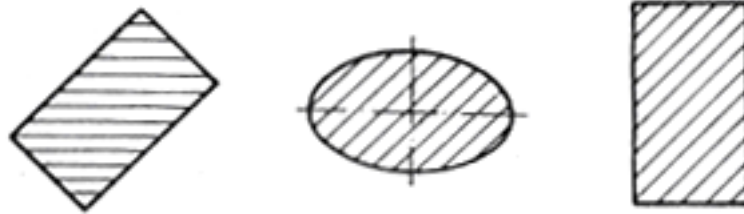
Gambar 4. Potongan setempat]

Catatan:

Batas potongan digambarkan dengan garis tipis kontinyu bergelombang atau zigzag (E)

Arsiran suatu Potongan

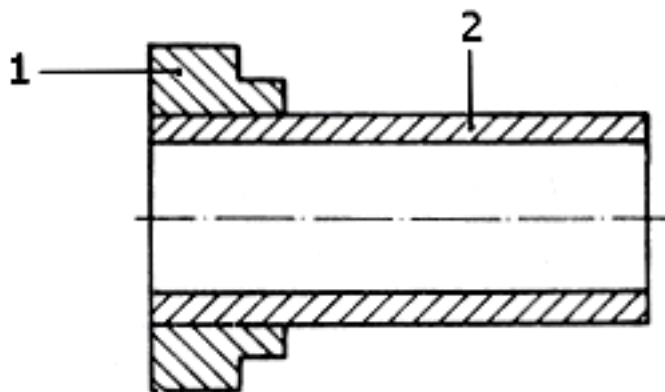
Fungsi arsiran adalah untuk menunjukkan bidang terpotong pada gambar. Sedangkan bentuk arsiran pada umumnya dibuat dengan garis tipis kontinyu yang sejajar dengan kemiringan 45° terhadap sumbu utama atau garis patokan.



Gambar 5. Arsiran

Arsiran untuk Gambar Susunan

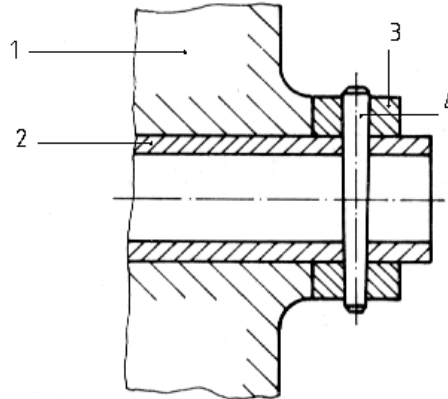
Untuk gambar susunan yang sama harus diarsir dengan cara yang sama. Sedangkan arsiran untuk benda yang berdempetan dibuat dengan arah atau jarak yang berbeda lihat gambar.



Gambar 6 Arsiran untuk gambar susunan

Arsiran untuk Bidang yang luas

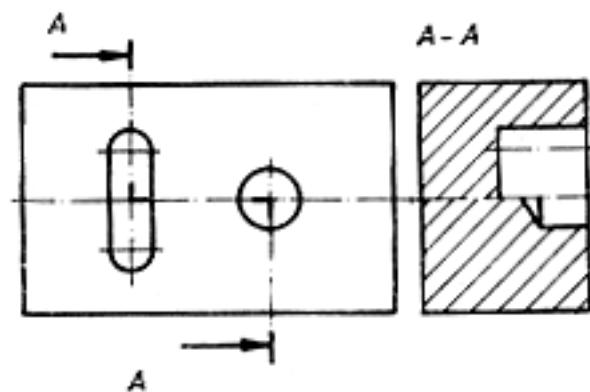
Untuk bidang yang luas, arsiran dapat dibatasi pada daerah tepi bidang yang diarsir, lihat gambar



Gambar 7. Batas arsiran

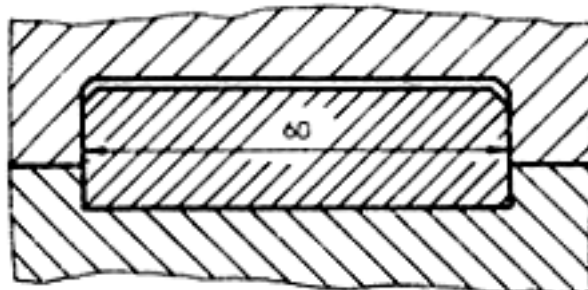
Arsiran untuk Bidang Potongan yang Berbeda dan Sejajar

Untuk bidang potongan yang berbeda dan sejajar, arsiran harus tetap sama tetapi harus bergeser sepanjang garis bagi antara kedua bidang potong, lihat gambar :



Gambar 8. Arsiran pada potongan sejajar
Arsiran dan Keterangan

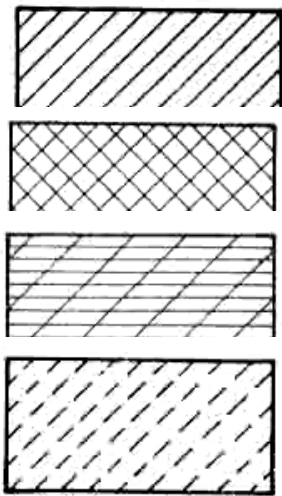
Arsiran harus dihilangkan untuk tempat keterangan, apabila keterangan tersebut tidak dapat ditempatkan di luar bidang potong lihat gambar :



Gambar 9. Arsiran dan keterangan

Arsiran untuk Menunjukkan Macam Bahan

Apabila arsiran dengan bentuk yang berbeda, arti arsiran di sini harus ditunjukkan dengan jelas pada gambar atau dengan menunjukkan standar tertentu yang dipakai, lihat gambar :



Baja, Besi Tuang, Kuningan, Baja Tuang, Perunggu, Aluminium, dan yang sejenisnya.

Timah, Logam Putih, Seng, dan yang sejenisnya.

Bahan Isolasi dan bahan sintetis.

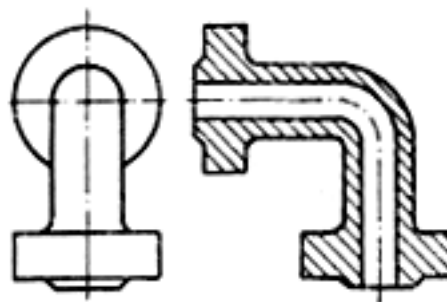
Batu, Porselen, Keramik, Kerikil, dan yang sejenisnya.

Gambar 10. Arsiran untuk macam-macam bahan

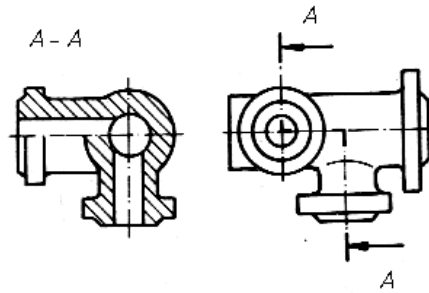
Arsiran untuk Bidang Potongan yang Tipis

- Potongan benda tipis dapat diperlihatkan dengan menghitamkan seluruh bidang. Apabila cara ini dipakai pada gambar susunan, suatu jarak antara tidak boleh lebih kecil dari 0,7 mm harus diberikan kepada benda yang berdempetan.
- Aturan untuk penempatan gambar potongan sama dengan aturan penempatan pandangan. Kalau letak potongan tidak jelas atau diperlukan perbedaan letak beberapa bidang potongan, maka letak bidang potong ditandai dengan garis rantai tipis yang ditebalkan pada ujung dan perubahan arah. Sedangkan arah pandangan ditunjukkan dengan anak panah yang diberi tanda dengan huruf besar.
- Bagian benda yang tidak boleh dipotong pada bagian memanjang, yaitu rusuk penguat, pengikat, poros, jari-jari roda, dan sesuatu yang serupa dengan itu, tidak boleh dipotong dengan arah memanjang.

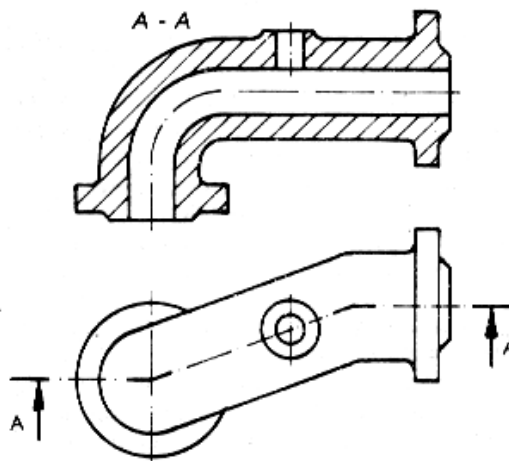
Contoh-contoh Potongan



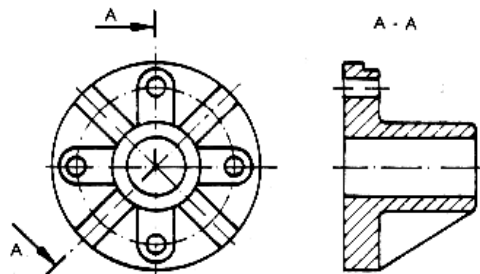
Gambar 11. Potongan dalam satu bidang



Gambar 12. Potongan dalam dua bidang sejajar

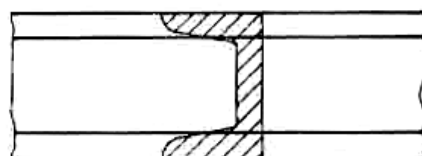


Gambar 13. Potongan dengan bidang-bidang berdampingan



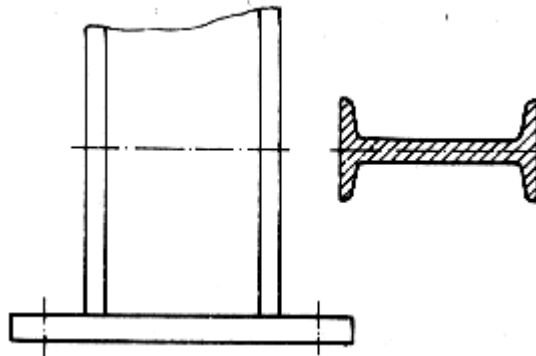
Gambar 14. Potongan yang diproyeksikan

Apabila potongan diputar dan digambar pada gambar pandangan, maka garis tepi gambar potongan digambarkan dengan garis tipis kontinyu, biasanya digunakan untuk memperlihatkan pandangan samping benda lihat gambar.

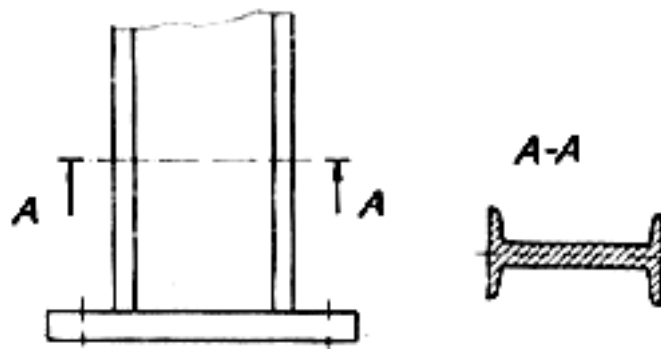


Gambar 15. Potongan yang diputar dan digambar pada gambar pandangan

Potongan yang dipindahkan dapat diletakkan dekat dengan pandangan yang dihubungkan dengan garis rantai titik tunggal tipis lihat gambar :

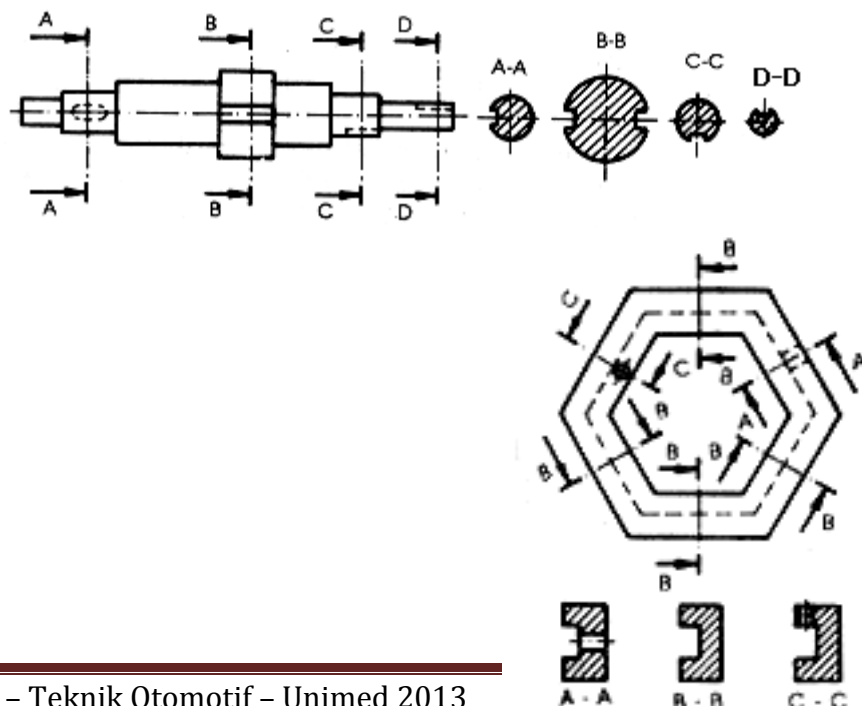


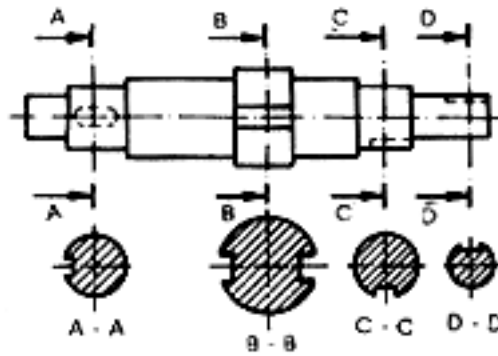
Gambar 16. Potongan yang dipindahkan



Gambar 17. Potongan yang dipindahkan dengan cara konvensional

Potongan yang berurutan dapat disusun dengan cara seperti dtunjukkan pada gambar yang sekiranya memungkinkan dipandang dari tata letak dan pengertian pembacaan gambar.





Gambar 18. Potongan berurutan

Tes Formatif

1. Sebutkan fungsi dari gambar potongan!
2. Sebutkan tiga bentuk gambar potongan yang sering digunakan!
3. Bidang yang terpotong secara khayal ditunjukkan dengan garis
4. Batas gambar pandangan dan gambar potongan pada potongan setengah ditunjukkan dengan garis
5. Batas gambar pandangan dan gambar potongan pada potongan lokal ditunjukkan dengan garis
6. Potongan setengah hanya digunakan untuk gambar yang
7. Garis rantai titik tunggal tipis, ditebalkan pada kedua ujung dan belokan digunakan sebagai lambang untuk
8. Lambang untuk bidang potong dapat tidak digambar pada
9. Pada gambar potongan komponen yang berbeda dan berdampingan maka garis arsir harus dibedakan atau
10. Untuk gambar yang relatif tipis, bagian pejal yang terpotong secara khayal di

Kegiatan Belajar 2: Membaca Wiring Diagram

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 2

Setelah selesai mempelajari kegiatan belajar 1, diharapkan peserta dapat :

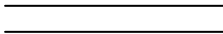
- 3). Membaca Electrical Wiring Diagram (EWD) otomotif
- 4). Membuat Electrical wiring diagram otomotif

Uraian Materi

Membuat Diagram Kelistrikan (Wiring Diagram Kelistrikan Otomotif)

Peraturan umum dalam gambar listrik

- Penghantar

 Vertical	 Horizontal	 Rangkaian tertentu	 Sejajar dan tebalnya sama
---	---	--	--

- Sambungan :

Tidak bisa dilepas			Penghantar silang yang saling berhubungan dan tidak bisa di lepas
Bisa dilepas			Penghantar silang yang saling berhubungan dan bisa di lepas
			Penghantar silang yang saling tidak berhubungan

- Garis

Tebal garis gambar sangat tergantung pada besar arus dan lokasi (kegunaan)

No	Jenis garis	Tebal	Penggunaan
1.		0,3 – 0,5 mm	- Garis tepi suatu bagan - Penghantar
2.		0,2 – 0,3 mm	- Garis kerja penghubung - Simbul sel-sel yang diapit oleh sel pertama dan terakhir suatu baterai
3.		0,2 – 0,3 mm	- Garis tepi suatu bagan

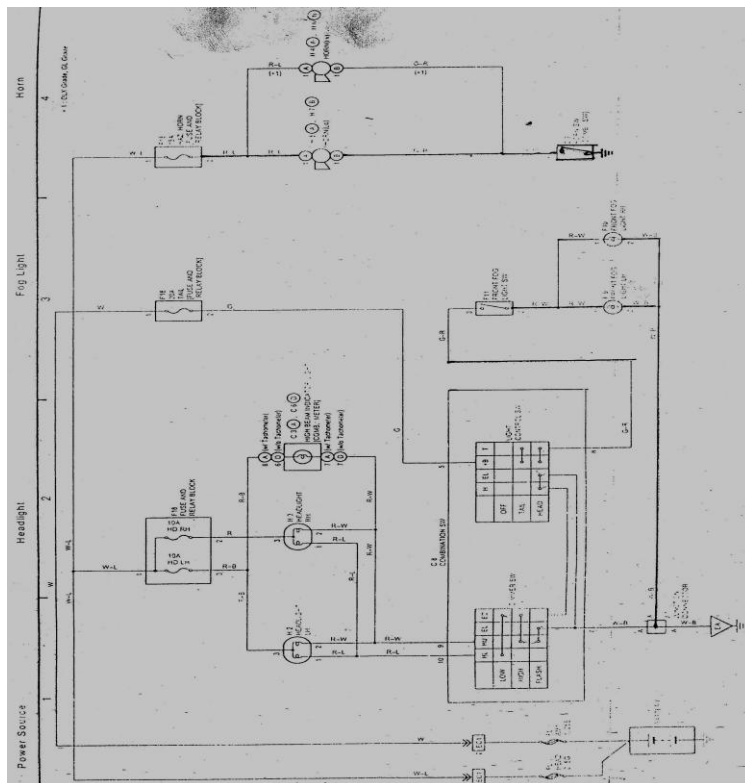
Dalam penggambaran diagram kelistrikan otomotif (*electrical wiring diagram*) digunakan simbol-simbol. Contoh simbol-simbol yang dapat digunakan seperti yang ditunjukkan pada Tabel berikut.

Simbol-simbol yang Digunakan dalam Penggambaran Diagram Kelistrikan Otomotif

BATTERY 	GROUND 	FUSE (for Medium Current Fuse)	RESISTOR, TAPPED 	SWITCH, IGNITION
CAPASITOR (Condenser) 	HORN 	FUSIBLE LINK (for High Current Fuse or Fusible link)	RESISTOR, VARIABLE or RHEOSTAT 	
CIGARETTE LIGHTER 	IGNITION COIL 	HEADLIGHTS 	SENSOR (Thermistor) 	SWITCH, WIPER PARK
CIRCUIT BREAKER 	LIGHT 	1. SINGLE FILAMENT 	SENSOR, SPEED 	TRANSISTOR
DIODE 	LED (LIGHT EMITTING DIODE) 	2. DOUBLE FILAMENT 	SHORT PIN 	WIRES
DIODE, ZENER 	MOTOR 	RELAY 	SOLENOID 	(1) NOT CONNECTED
PHOTODIODE 	METER, ANALOG 	2. NORMALLY OPEN 		(2) SPLICED
DISTRIBUTOR, IIA 	METER, DIGITAL 	RELAY, DOUBLE THROW 	SPEAKER 	SWITCH, MANUAL
		RESISTOR 	SWITCH, DOUBLE THROW 	1. NORMALLY CLOSED
				2. NORMALLY OPEN

Menafsirkan Electrical Wiring Diagram

Baca EWD



BAB I

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Modul Pemeliharaan/Servis Sistem Bahan Bakar Bensin ini membahas tentang Memelihara komponen sistem bahan bakar bensin

Modul ini terdiri atas empat kegiatan belajar. Kegiatan belajar 1 membahas tentang sistem bahan bakar mekanik. Kegiatan 2 membahas tentang prosedur pemeriksaan dan pemeliharaan sistem bahan bakar mekanik. Kegiatan belajar 3 membahas tentang sistem injeksi bahan bakar, dan Kegiatan belajar 4 membahas tentang sistem prosedur pemeriksaan dan pemeliharaan sistem injeksi bahan bakar.

B. Kompetensi

Standar Kompetensi : Memelihara/Servis sistem bahan bakar bensin

Kompetensi Dasar : Memelihara komponen sistem bahan bakar bensin

BAB II PEMELAJARAN

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1 : Sistem Bahan Bakar Mekanik

b. Tujuan Kegiatan Belajar 1

- 1). Peserta diklat dapat menyebutkan komponen sistem bahan bakar mekanik dan menjelaskan fungsinya.
- 2). Peserta diklat dapat menjelaskan cara kerja pompa bahan bakar mekanik.
- 3). Peserta diklat dapat menjelaskan cara kerja pompa bahan bakar listrik.
- 4). Peserta diklat dapat menjelaskan kebaikan karburator *double barel* dibanding karburator *single barel*.
- 5). Peserta diklat dapat menjelaskan sistem utama pada karburator.
- 6). Peserta diklat dapat menjelaskan sistem tambahan pada karburator.

b. Uraian Materi 1

1) Sistem Bahan Bakar Mekanik

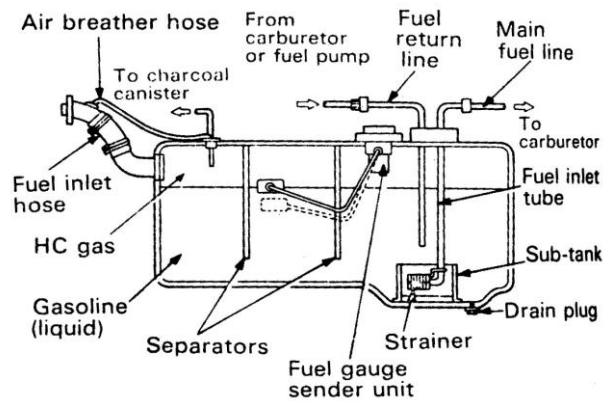
Sistem bahan bakar berfungsi untuk mencampur udara dan bahan bakar dan mengirim campuran tersebut dalam bentuk kabut ke ruang bakar. Dilihat dari cara pemasukan campuran udara dan bahan bakar tersebut ada dua macam. Cara pertama, masuknya campuran udara dan bahan bakar dengan cara dihisap, sedang cara kedua masuknya campuran udara dan bahan bakar dengan cara diinjeksikan. Cara pertama biasa disebut sistem bahan bakar konvensional, sedang cara kedua disebut sistem injeksi bahan bakar. Sistem injeksi bahan bakar dapat dibagi menjadi sistem bahan bakar mekanik dan sistem injeksi bahan bakar secara elektronik dan biasa disebut EFI (Electronic Fuel Injection).

2) Komponen Sistem Bahan Bakar Mekanik

Komponen sistem bahan bakar konvensional terdiri atas : tanki bahan bakar, saluran bahan bakar, chacoal canister (hanya beberapa model saja), saringan bahan bakar, pompa bahan bakar, dan karburator.

a). Tangki bahan bakar.

Pada umumnya tangki bahan bakar terbuat dari lembaran baja yang tipis. Penempatan tangki bahan bakar biasanya diletakkan di bagian belakang kendaraan untuk mencegah bocoran apabila terjadi benturan. Namun ada beberapa kendaraan yang letak tangki bahan bakarnya di tengah. Bagian dalam tangki dilapisi bahan pencegah karat. Disamping itu tangki juga dilengkapi dengan penyekat (separator) untuk mencegah perubahan permukaan bahan bakar pada saat kendaraan melaju di jalan yang tidak rata. Lubang saluran masuk bahan bakar ke saluran utama terletak 2-3 cm dari dasar tangki untuk mencegah endapan dan air dalam bensin ikut terhisap ke dalam saluran.



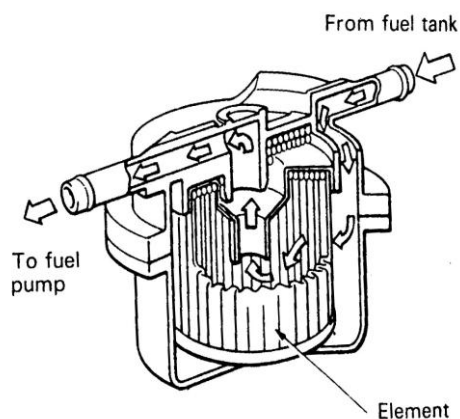
Gambar 1. Tangki bahan bakar

b). Saluran bahan bakar

Pada sistem bahan bakar terdapat tiga saluran bahan bakar yaitu : saluran utama yang menyalurkan bahan bakar dari tangki ke pompa bahan bakar, saluran pengembali yang menyalurkan bahan bakar kembali dari karburator ke tangki, dan saluran uap bahan bakar yang menyalurkan gas HC (uap bensin) dari dalam tangki bahan bakar ke charcoal canister. Untuk mencegah kerusakan saluran bahan bakar yang disebabkan oleh benturan, biasanya saluran bahan bakar dilengkapi dengan pelindung. Saluran bahan bakar yang menghubungkan karburator dengan pompa bahan bakar menggunakan selang karet karena adanya getaran mesin.

c). Saringan bahan bakar

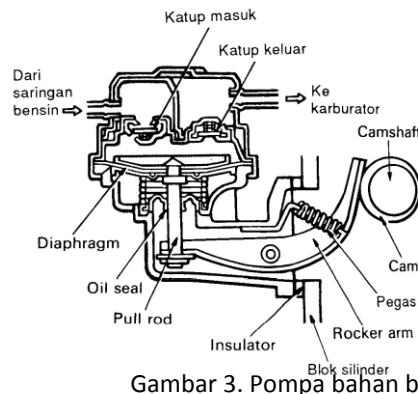
Saringan bahan bakar ditempatkan antara tangki dengan pompa bahan bakar yang berfungsi untuk menyaring kotoran atau air yang mungkin terdapat di dalam bensin. Dalam saringan terdapat elemen yang berfungsi untuk menghambat kecepatan aliran bahan bakar, mencegah masuknya air dan kotoran masuk ke karburator. Partikel kotoran yang besar mengendap di dasar saringan, sedang partikel yang kecil disaring oleh elemen.



Gambar 2. Saringan bahan bakar

d). Pompa bahan bakar

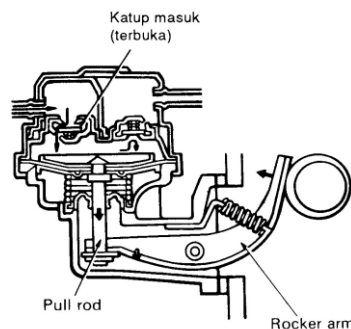
Pompa bahan bakar yang biasa digunakan pada motor bensin adalah pompa bahan bakar mekanik dan pompa bahan bakar listrik.



Gambar 3. Pompa bahan bakar mekanik

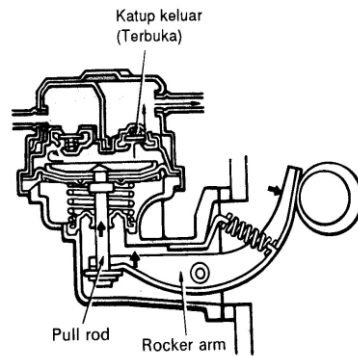
Pompa bahan bakar mekanik digerakkan oleh mesin itu sendiri, sedang pompa bahan bakar listrik digerakkan dengan arus listrik. Ada dua jenis pompa bahan bakar mekanik yaitu pompa bahan bakar yang dilengkapi dengan saluran pengembali dan pompa bahan bakar tanpa saluran pengembali. Namun demikian konstruksi dan cara kerjanya sama. Pada mesin-mesin terdahulu umumnya saluran pengembali ada di karburator, sedang mesin-mesin sekarang saluran pengembalnya ada di pompa bahan bakar.

Adapun cara kerja pompa bahan bakar mekanik dapat dijelaskan sebagai berikut :



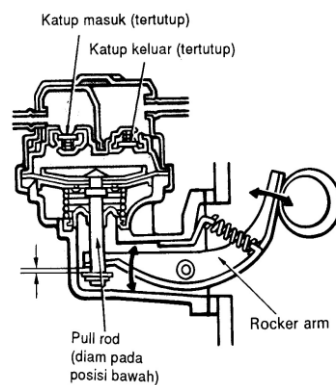
Apabila rocker arm ditekan oleh nok, diafragma tertarik ke bawah sehingga ruang di atas diafragma menjadi hampa. Katup masuk terbuka dan bahan bakar akan mengalir ke ruang diafragma. Pada saat ini katup keluar tertutup.

Gb. 4. Pada saat pengisapan



Gb. 5. Pada saat penyaluran

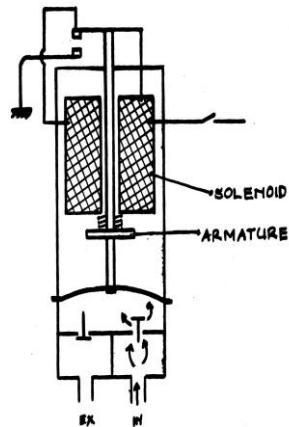
Pada saat nok tidak menyentuh rocker arm, diafragma bergerak ke atas sehingga bahan bakar yang ada di ruang diafragma terdorong ke luar melalui katup keluar dan terus ke karburator. Tekanan penyaluran sekitar 0,2 s.d. 0,3 kg/cm²



Gb. 6. Pump idling

Apabila bahan bakar pada karburator sudah cukup maka diafragma tidak terdorong ke atas oleh pegas dan pull rod pada posisi paling bawah, karena tekanan pegas sama dengan tekanan bahan bakar. Pada saat ini rocker arm tidak bekerja meskipun poros nok berputar sehingga diafragma diam dan pompa tidak bekerja.

Berbeda dengan pompa bahan bakar mekanik, pompa bahan bakar listrik dapat ditempatkan di mana saja dengan tujuan untuk menghindari panas dari mesin. Pompa bahan listrik langsung bekerja setelah kunci kontak di ON-kan. Jenis pompa bahan bakar listrik bermacam-macam antara lain : model diafragma, model plunger, model sentrifugal dan sebagainya. Pada modul ini akan dibahas pompa bahan bakar model diafragma.

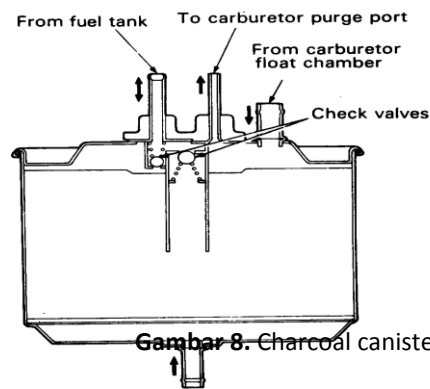


Apabila kunci kontak diputar pada posisi ON, akan terjadi kemagnetan pada solenoid yang menyebabkan diafragma tertarik ke atas sehingga bahan bakar masuk melalui katup masuk. Pada saat yang sama platina membuka karena tuas platina dihubungkan dengan rod sehingga kemagnetan pada solenoid hilang. Akibatnya diafragma bergerak ke bawah mendorong bahan bakar keluar melalui katup buang.

Gb. 7. Pompa bahan bakar listrik

e). Charcoal canister

Charcoal canister berfungsi untuk menampung sementara uap bensin yang berasal dari ruang pelampung pada karburator dan uap bensin yang dikeluarkan dari saluran emission pada saat tekanan di dalam tangki naik karena bertambahnya temperatur di dalam internal canister agar tidak terbang keluar. Uap bensin yang ditampung oleh charcoal canister dikirim langsung ke intake manifold, kemudian ke ruang bakar untuk dibakar pada saat mesin hidup.



Gambar 8. Charcoal canister

Turunnya temperatur sekeliling juga menghasilkan rendahnya tekanan di dalam tangki bensin, menyebabkan uap bensin di dalam canister terhisap kembali ke dalam tangki untuk mencegah uap bensin terbang keluar. Untuk menjamin agar kapasitas canister dapat bekerja dengan sempurna, beberapa model dilengkapi dengan dua charcoal canister.

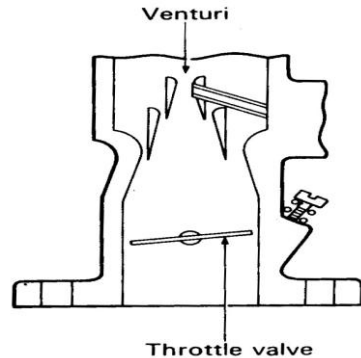
3) Karburator

a). Macam-macam Karburator

Karburator berfungsi untuk merubah bahan bakar dalam bentuk cair menjadi kabut bahan bakar dan mengalirkan ke dalam silinder sesuai dengan

kebutuhan mesin. Karburator mengirim sejumlah campuran udara dan bahan bakar melalui intake manifold menuju ruang bakar sesuai dengan beban dan putaran mesin.

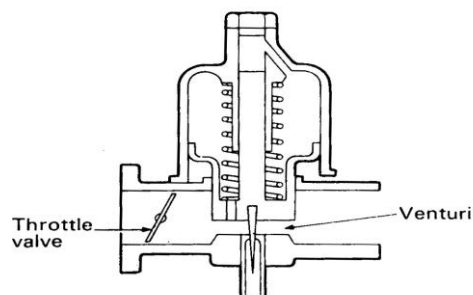
- (1) Dilihat dari tipe venturi, karburator dapat dibedakan menjadi :
(a) Karburator dengan venturi tetap (fixed venturi)



Gambar 9. Karburator dengan venturi tetap

Karburator dengan venturi tetap (fixed venturi) dewasa ini masih banyak digunakan karena konstruksinya sederhana. Sifat utama karburator tersebut menggunakan sebuah venturi tetap dengan diameter tertentu. Besarnya vakum yang dihasilkan oleh udara yang mengalir melalui venturi tersebut sesuai dengan kecepatan aliran. Kecepatan aliran dipengaruhi oleh beban mesin dan pembukaan katup gas. Keadaan tersebut akan mempengaruhi banyak sedikitnya bahan bakar yang keluar dari venturi.

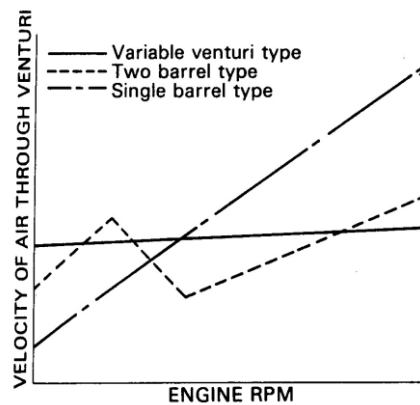
- (b) Karburator variable venturi



Gambar 10. Karburator variable venturi

Karburator variable venturi menggunakan sistem dimana permukaan venturi dikontrol sesuai dengan banyaknya udara yang dihisap. Salah satu keistimewaan karburator tersebut adalah perubahan membukanya venturi sama saat kecepatan rendah dan sedang, serta pada beban ringan dan sedang. Dengan alasan tersebut volume bahan bakar berubah sesuai dengan volume udara yang masuk dan tahanan udara yang masuk menjadi kecil. Dengan demikian dapat memudahkan untuk mencapai output yang tinggi. Tingkat aliran udara yang dihisap

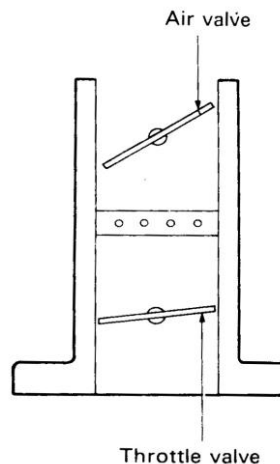
melalui karburator variable venturi seperti diperlihatkan pada grafik di bawah ini.



Gambar 11. Tingkat aliran udara

Dibanding dengan karburator fixed venturi, maka karburator variable venturi mempunyai tingkat aliran udara yang tetap (adanya tahanan pada aliran udara) yang memotong daerah full pada rpm mesin, sehingga diperoleh suatu campuran yang baik antara udara dan bahan bakar.

(c) Karburator air valve venturi

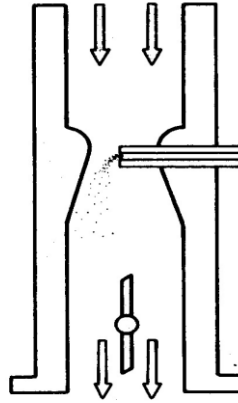


Gambar 12. Karburator air valve venturi

Pada karburator air valve venturi, membukanya air valve dikontrol dengan besarnya udara yang dihisap. Konstruksinya berbeda dengan karburator variable venturi, tetapi cara kerjanya sama. Karburator jenis air valve mempunyai dasar karburator arus turun dua barrel (down draft double barrel), tetapi konstruksi dan cara kerjanya sama dengan sistem secondary yang dimodifikasi. Katup udara terpasang di dalam silinder secondary dan membukanya air valve bervariasi sesuai dengan jumlah udara yang dihisap. Kevakuman pada nosel utama dikontrol agar

bekerjanya konstan. Karburator jenis ini tidak mempunyai tahanan aliran udara pada venturi sehingga keuntungannya mampu menghasilkan output yang besar. Disamping itu, membuka dan menutupnya katup throttle secara mekanik maka diafragma tidak diperlukan lagi.

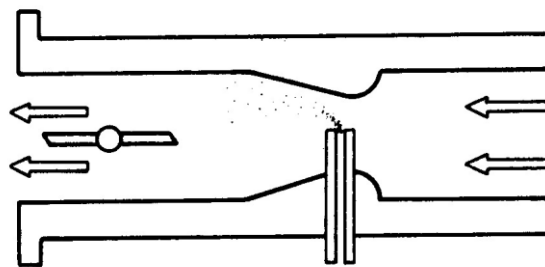
- (2) Dilihat dari arah masuk campuran udara dan bahan bakar :
(a) Karburator arus turun



Gambar 13. Karburator arus turun

Pada karburator arus turun, arah masuknya campuran udara dan bahan bakar adalah ke bawah (down draft). Karburator jenis ini banyak digunakan karena tidak ada kerugian gravitasi.

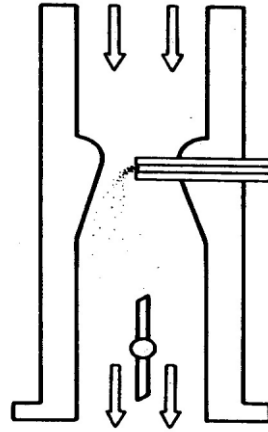
- (b) Karburator arus datar



Gambar 14. Karburator arus datar

Pada karburator arus datar, arah masuknya campuran udara dan bahan bakar adalah ke samping (side draft). Karburator tersebut pada umumnya digunakan pada mesin yang memiliki output yang tinggi.

- (3) Dilihat dari jumlah barel, karburator dapat dibedakan menjadi:
(a) Karburator single barel

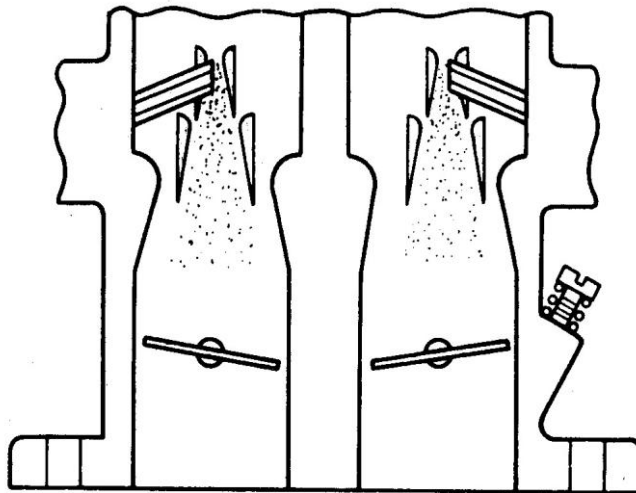


Gambar 15. karburator single barel

Pada karburator single barel, semua kebutuhan bahan bakar pada berbagai putaran mesin dilayani oleh satu barel. Padahal pada putaran mesin rendah, diameter venturi yang besar akan lebih lambat menghasilkan tenaga dibanding diameter venturi yang kecil. Sebaliknya diameter venturi yang kecil hanya mampu memenuhi kebutuhan bahan bakar pada putaran mesin tertentu, tetapi pada putaran rendah lebih cepat menghasilkan tenaga. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diciptakan karburator double barel.

(b) Karburator double barel

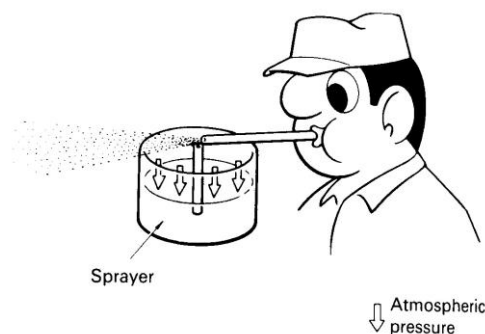
Pada putaran rendah, karburator double barel cepat menghasilkan tenaga (output) karena yang bekerja hanya primary venturi yang mempunyai diameter venturi kecil. Pada putaran tinggi, baik primary maupun secondary venturi bekerja bersama-sama sehingga output yang dicapai akan tinggi karena total diameter venturinya besar. Disamping itu kecepatan aliran maksimal pada venturi karburator double barel dibanding karburator single barel lebih kecil sehingga kerugian gesekannyapun lebih kecil.



Gambar 16. karburator double barel

b). Prinsip Kerja Karburator

Prinsip dasar karburator sama dengan prinsip pengecatan dengan penyemprotan.



Gambar 17. Prinsip kerja karburator

Pada saat udara ditiup melalui bagian ujung pipa penyemprot, tekanan di dalam pipa akan turun (rendah). Akibatnya cairan yang ada di dalam tabung akan terhisap keluar dan membentuk partikel-partikel kecil saat terdorong oleh udara. Semakin cepat aliran udara, maka semakin rendah tekanan udara pada ujung pipa sehingga semakin banyak cairan bahan bakar yang keluar dari pipa.

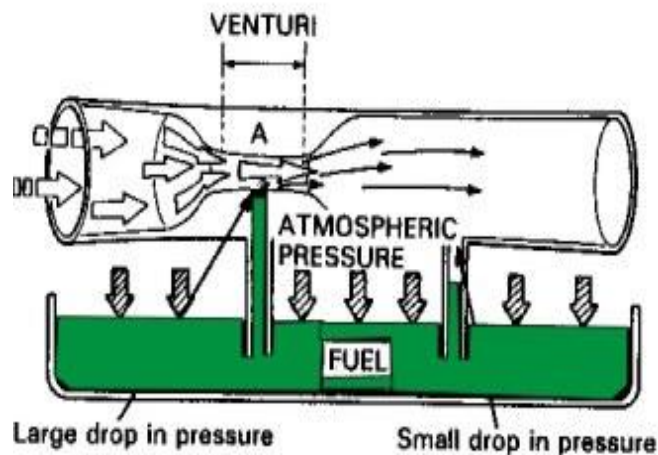
Prinsip kerja karburator berdasarkan hukum-hukum fisika seperti : Qontinuitas dan Bernauli. Apabila suatu fluida mengalir melalui suatu tabung, maka banyaknya fluida atau debit aliran (Q) adalah :

$$Q = A.V = \text{konstan}$$

Q = debit aliran m³/detik

A = luas penampang tabung (m²)

V = kecepatan aliran (m/detik)



Gambar 18. Konstruksi dasar karburator

Konstruksi dasar karburator dapat dilihat pada gambar diatas. Bagian karburator yang diameternya menyempit (bagian A) disebut venturi. Pada bagian ini kecepatan aliran udara yang masuk semakin tinggi sehingga kevakumannya semakin rendah. Dengan demikian pada bagian venturi bahan bakar yang dapat terhisap semakin banyak.

c). Cara Kerja Karburator

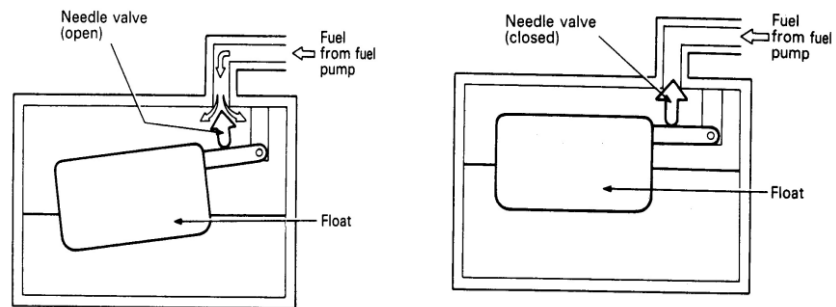
Untuk memenuhi kebutuhan kerjanya, pada karburator terdapat beberapa sistem yaitu :

- (1) Sistem pelampung
- (2) Sistem Stasioner dan Kecepatan Lambat
- (3) Sistem Kecepatan Tinggi Primer
- (4) Sistem Kecepatan Tinggi Sekunder
- (5) Sistem Tenaga (Power System)
- (6) Sistem Percepatan
- (7) Sistem Cuk
- (8) Mekanisme idel cepat
- (9) Hot Idle Compensator
- (10) Anti Dieseling
- (11) Daspot
- (12) Deceleration Fuel Cut Off System

Untuk mempermudah dalam analisa kerusakan atau gangguan yang disebabkan karburator, maka perlu diuraikan atau dijelaskan masing-masing sistem yang ada pada karburator.

(1) Sistem Pelampung

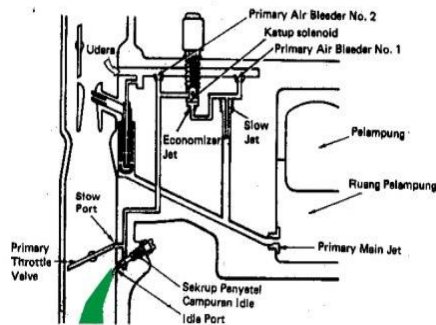
Sistem pelampung diperlukan untuk menjaga agar permukaan bahan bakar pada ruang pelampung selalu konstan. Pada ruang pelampung terdapat pelampung (float) dan jarum pelampung (needle valve).



Gambar 19. Sistem pelampung

Pelampung dapat bergerak naik turun sesuai dengan tinggi permukaan bahan bakar, sedang jarum pelampung berfungsi untuk membuka dan menutup saluran bahan bakar yang berasal dari pompa bahan bakar. Apabila permukaan bahan bakar di dalam ruang pelampung turun, maka pelampung akan turun sehingga jarum pelampung membuka saluran masuk. Akibatnya bahan bakar yang berasal dari pompa bahan bakar mengalir masuk ke ruang pelampung. Selanjutnya apabila permukaan bahan bakar dalam ruang pelampung naik, maka pelampung ikut naik sehingga jarum pelampung menutup saluran bahan bakar. Akibatnya aliran bahan bakar terhenti. Demikian seterusnya sehingga permukaan bahan bakar diharapkan selalu konstan walaupun putaran mesin berubah-ubah. Dalam kenyataannya jarum pelampung terdiri atas katup jarum, pegas dan pin. Pada katup jarum terdapat pegas yang berfungsi untuk mencegah pembukaan katup jarum pada saat kendaraan terguncang.

(2) Sistem Stasioner dan Kecepatan lambat



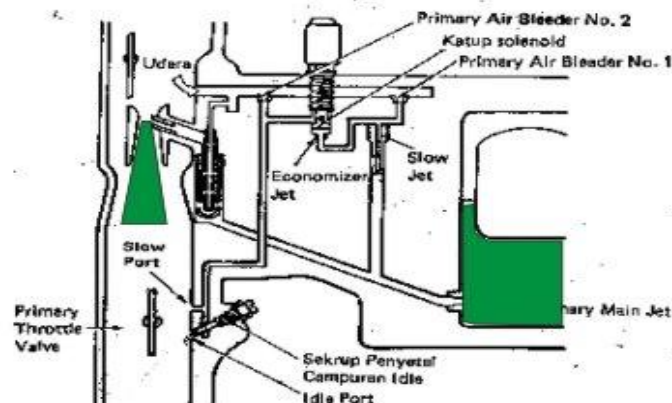
Gambar 20. Sistem stasioner dan kecepatan lambat

Pada saat mesin berputar stasioner, bahan bakar mengalir dari ruang pelampung melalui primary main jet, kemudian ke slow jet, economizer jet, dan akhirnya ke ruang bakar melalui idle port.

Kemudian pada saat pedal gas ditekan sedikit, maka katup gas akan membuka lebih lebar sehingga aliran bahan bakar dari ruang pelampung tersebut masuk ke ruang bakar selain melalui idle port juga melalui slow port.

(3) Sistem kecepatan Tinggi Primer

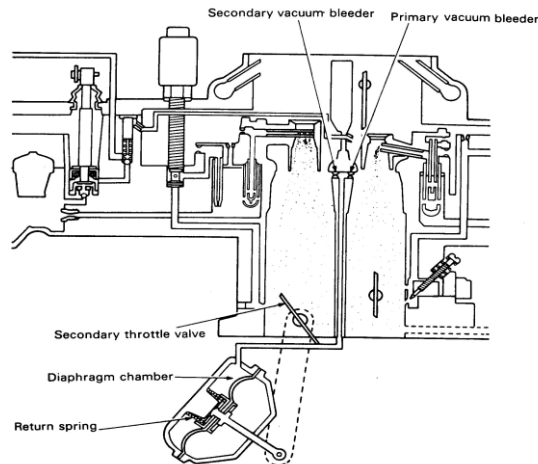
Pada saat pedal gas dibuka lebih lebar, aliran bahan bakar dari ruang pelampung langsung menuju primary main nozzle (nosel utama primer). Sementara dari idle port dan slow port tidak lagi mengeluarkan bahan bakar karena kevakuman pada idle port dan slow port lebih rendah dari pada di daerah primary main nozzle.



Gambar 21. Sistem kecepatan tinggi primer

Pada saat pedal gas dibuka lebih lebar, aliran bahan bakar dari ruang pelampung langsung menuju primary main nozzle (nosel utama primer). Sementara dari idle port dan slow port tidak lagi mengeluarkan bahan bakar karena kevakuman pada idle port dan slow port lebih rendah dari pada di daerah primary main nozzle.

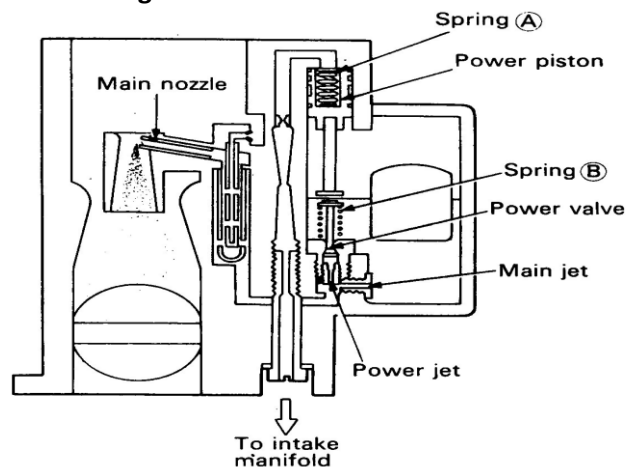
(4) Sistem Kecepatan Tinggi Sekunder



Gambar 22. Sistem kecepatan tinggi sekunder

Pada saat pedal gas dibuka penuh, maka katup gas sekunder (secondary throttle valve) terbuka sehingga bahan bakar keluar selain dari nosel utama primer juga melalui nosel utama sekunder. Dengan demikian jumlah bahan bakar yang masuk lebih banyak lagi, karena dari kedua nosel mengeluarkan bahan bakar.

(5) Sistem Tenaga

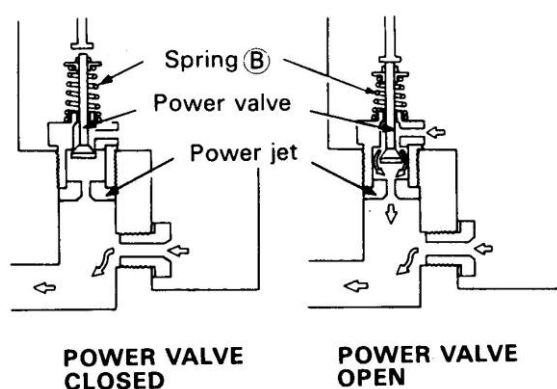


Gambar 23. Sistem tenaga

Primary high system mempunyai perencanaan untuk pemakaian bahan bakar yang ekonomis. Apabila mesin harus mengeluarkan tenaga yang besar, maka harus ada tambahan bahan bakar ke primary high speed system. Tambahan bahan bakar disuplai oleh power sistem (sistem tenaga) sehingga campuran udara dan bahan bakar menjadi kaya (12-13 : 1).

Apabila katup gas hanya terbuka sedikit, kevakuman pada intake manifold besar, sehingga power piston akan terhisap pada posisi atas. Hal tersebut akan menyebabkan power spring (B) menekan power valve sehingga power valve tertutup.

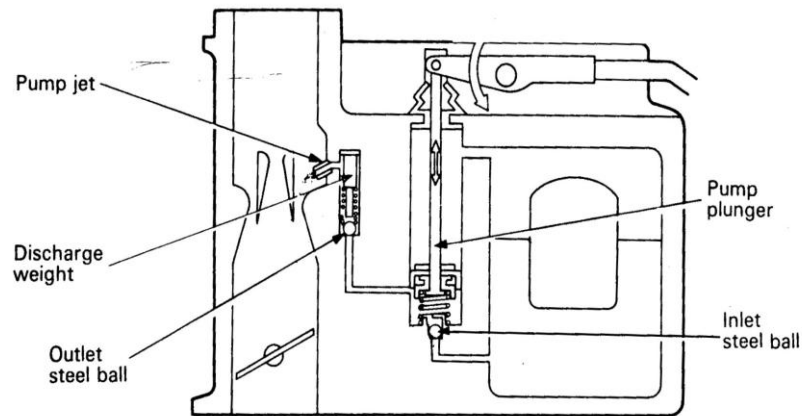
Apabila katup gas dibuka lebih lebar, maka kevakuman pada intake manifold akan berkurang sehingga kevakuman tersebut tidak mampu melawan tegangan pegas power valve (spring A). Akibatnya power piston akan menekan power valve sehingga saluran power jet terbuka. Pada keadaan seperti ini bahan bakar disuplai dari primary main jet dan power jet.



Gambar 24. Power valve pada sistem tenaga

(6) Sistem Percepatan

Pada saat pedal gas diinjak secara tiba-tiba, katup gas akan membuka secara tiba-tiba pula, sehingga aliran udara akan menjadi lebih cepat. Sementara bahan bakar mengalir lebih lambat karena berat jenis bahan bakar lebih rendah dari pada udara sehingga campuran menjadi kurus. Padahal pada keadaan tersebut dibutuhkan campuran yang kaya. Untuk itu pada karburator dilengkapi dengan sistem percepatan.



Gambar 25. Sistem percepatan

Pada saat pedal gas diinjak secara tiba-tiba, plunger pompa akan bergerak turun menekan bahan bakar yang ada di ruangan di bawah plunger pompa. Akibatnya bahan bakar akan mendorong outlet steel ball dan discharge weight, sehingga bahan bakar keluar melalui pump jet menuju ruang bakar.

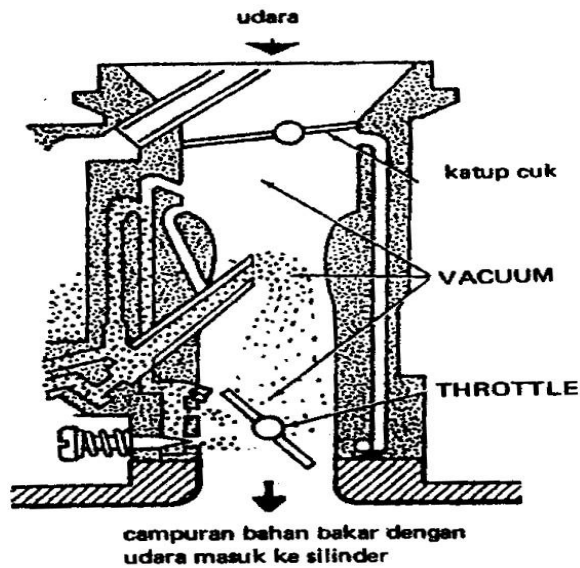
Setelah melakukan penekanan, plunger pump kembali ke posisi semula karena adanya pegas yang ada di bawah plunger pompa. Akibatnya bahan bakar yang ada di ruang pelampung terhisap melalui inlet steel ball.

(7) Sistem Cuk

Pada saat mesin dingin, bahan bakar tidak akan menguap dengan baik dan sebagian campuran udara dan bahan bakar yang mengalir akan mengembun pada dinding intake manifold karena intake manifold dalam keadaan dingin. Keadaan tersebut akan mengakibatkan campuran udara dan bahan bakar menjadi kurus sehingga mesin sukar hidup. Sistem cuk membuat campuran udara dan bahan bakar menjadi kaya (1:1) yang disalurkan ke dalam silinder apabila mesin masih dingin. Ada dua sistem cuk yang biasa digunakan pada karburator yaitu sistem cuk manual dan sistem cuk otomatis.

(a) Sistem Cuk Manual

Pada sistem cuk manual untuk membuka dan menutup katup cuk digunakan linkage yang dihubungkan ke ruang kemudi. Apabila pengemudi akan membuka atau menutup katup cuk cukup menarik atau menekan tombol cuk yang ada pada instrumen panel (dashboard)

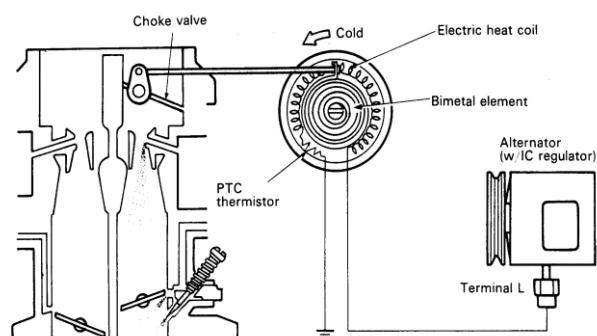


Gambar 26. Sistem cuk manual

(b) Sistem Cuk Otomatis

Pada sistem cuk otomatis, katup cuk membuka dan menutup secara otomatis tergantung dari temperatur mesin. Pada umumnya sistem cuk otomatis yang digunakan pada karburator ada dua macam yaitu : sistem pemanas dari exhaust dan sistem electric.

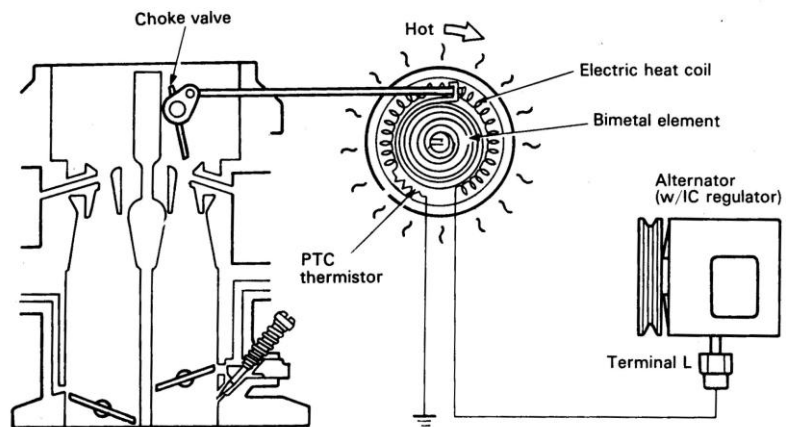
Pada saat mesin distart katup cuk tertutup rapat hingga temperatur di ruang mesin mencapai 25° C. Apabila mesin dihidupkan dalam keadaan katup cuk menutup maka akan terjadi kevakuman di bawah katup cuk. Hal tersebut akan menyebabkan bahan bakar keluar melalui primary low dan high speed system dan campuran menjadi kaya.



Gambar 27. Sistem cuk otomatis saat dingin

Setelah mesin hidup, pada terminal L timbul arus dari voltage regulator, arus tersebut akan mengalir ke choke relay sehingga

menjadi ON. Akibatnya arus dari ignition switch mengalir melalui choke relay menuju ke masa electric heat coil. Apabila electric heat coil membara/panas maka bimetal element akan mengembang dan akan membuka choke valve.

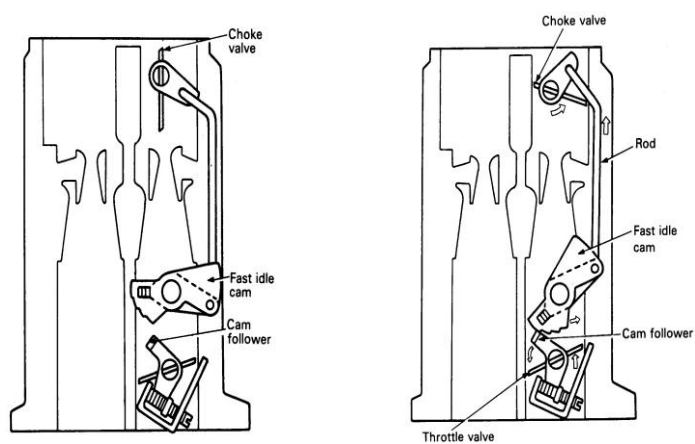


Gambar 28. Sistem cuk otomatis saat panas.

PTC berfungsi untuk mencegah arus yang berlebihan yang mengalir dari electric heat coil, apabila katup cuk telah terbuka (temperatur di dalam rumah pegas telah mencapai 100° C)

(8) Mekanisme Idel Cepat

Mekanisme idel cepat diperlukan untuk menaikkan putaran idel pada saat mesin masih dingin dan katup cuk dalam keadaan menutup.

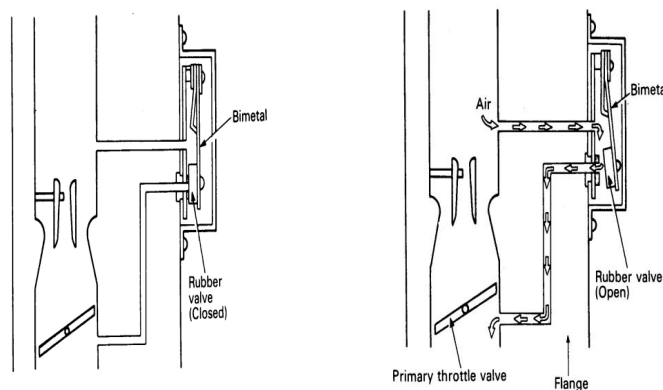


Gambar 29. Mekanisme idel cepat

Apabila katup cuk menutup penuh dan katup throttle ditekan sekali, kemudian dibebaskan, maka pada saat yang sama, fast idel cam yang dihubungkan dengan cuk melalui rod berputar berlawanan arah jarum jam. Kemudian fast idel cam menyentuh cam follower yang dihubungkan dengan katup throttle sehingga katup throttle akan membuka sedikit.

(9) Hot Idel Compensator (HIC)

Apabila kendaraan berjalan lambat dan temperatur di sekelilingnya tinggi, maka temperatur di dalam komponen mesin akan naik. Hal tersebut akan menyebabkan bahan bakar dalam ruang pelampung banyak yang menguap dan masuk ke intake manifold. Akibatnya campuran udara dan bahan bakar menjadi gemuk sehingga memungkinkan putaran idel kasar. Oleh karena itu pada karburator perlu dilengkapi dengan HIC untuk mengatasi masalah tersebut.

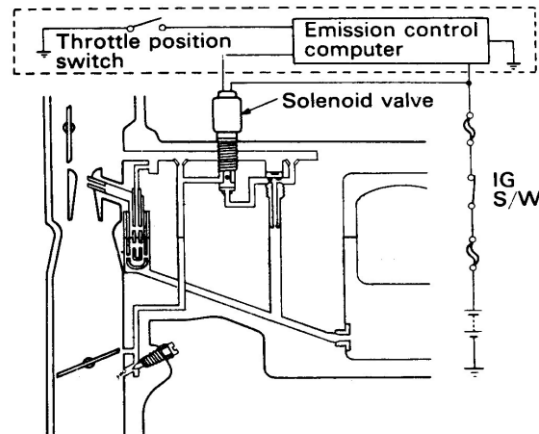


Gambar 30. Hot idel compensator

Pada saat temperatur mesin naik, maka bimetal membuka thermostatic valve, sehingga udara dari air horn mengalir ke dalam intake manifold melalui saluran udara dalam flange sehingga campuran udara dan bahan bakar menjadi normal kembali. Katup thermostatic mulai membuka apabila temperatur di sekeliling elemen bimetal telah mencapai 55° C dan akan membuka penuh pada temperatur 75° C.

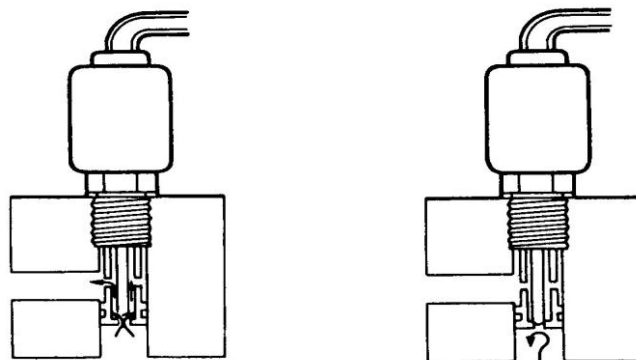
(10) Anti Dieseling

Dieseling adalah berputarnya mesin setelah kunci kontak dimatikan. Meskipun kunci kontak telah dimatikan, mesin masih bisa hidup karena pada ruang bakar ada panas (bara api). Terjadinya proses pembakaran bukan karena nyala api dari busi, tetapi dari tumpukan karbon (deposit) yang membara. Adapun cara kerja anti dieseling adalah sebagai berikut :



Gambar 31. Anti dieseling

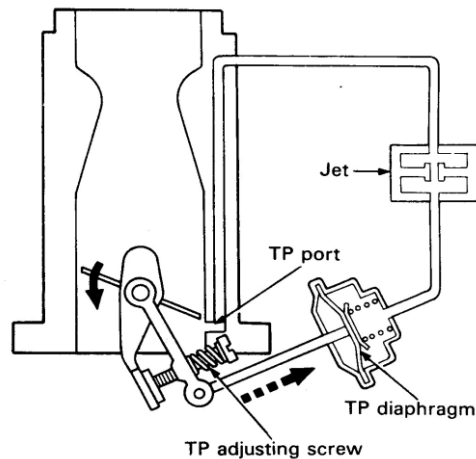
Apabila kunci kontak di ON kan, maka arus akan mengalir dari baterai ke solenoid sehingga solenoid akan menjadi magnet. Akibatnya katup tertarik sehingga saluran pada economiser jet terbuka dan bahan bakar dapat mengalir ke idle port. Setelah kunci kontak dimatikan, arus yang ke solenoid tidak ada sehingga kemagnetannya hilang. Akibatnya katup solenoid turun ke bawah karena adanya pegas sehingga saluran pada economiser jet tertutup. Dengan demikian tidak akan terjadi dieseling karena bahan bakar tidak dapat mengalir ke idle port.



Gambar 32. Katup solenoid pada anti dieseling

(11) Dashpot

Apabila mesin sedang berputar pada putaran tinggi, kemudian tiba-tiba kunci kontak dimatikan, maka pada ruang bakar akan terjadi kelebihan bahan bakar. Bahan bakar masuk ke ruang bakar dalam jumlah banyak karena kevakuman yang terjadi di bawah katup throttle cukup tinggi. Hal tersebut dapat terjadi karena katup throttle pada posisi menutup, sementara putaran mesin masih tinggi.



Gambar 33. Dashpot

Fungsi dashpot adalah untuk memperlambat penutupan katup throttle dari putaran tinggi, sehingga tidak akan menambah emisi gas buang. Adapun cara kerjanya adalah sebagai berikut :

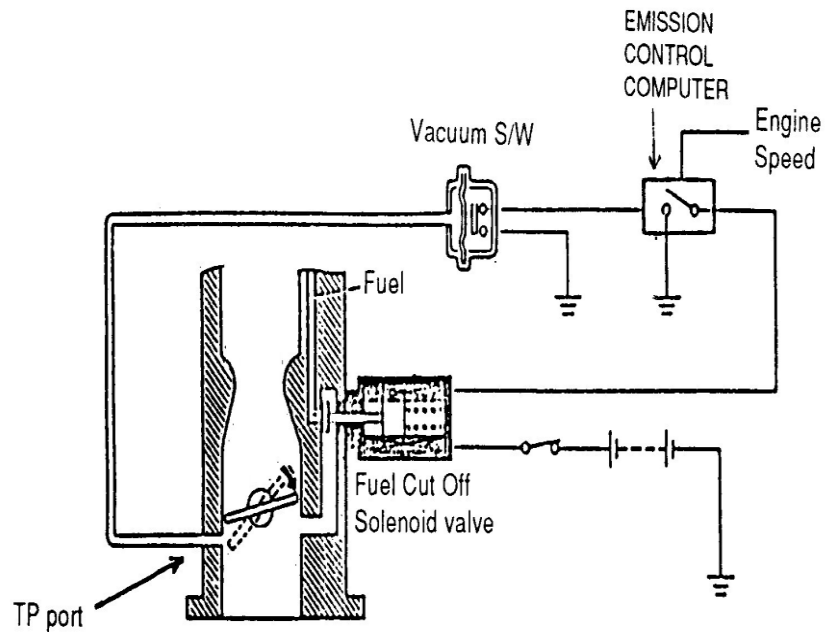
- Selama pengendaraan berjalan normal, tidak ada vakum pada TP port, sehingga pegas dalam TP port menekan diafragma ke kiri menggerakkan TP adjusting screw ke kiri.
- Selama perlambatan, tuas pengait pada katup throttle menyentuh adjusting screw, mencegah katup throttle menutup penuh. Kemudian vakum dari TP port bekerja pada diafragma melalui jet memungkinkan katup throttle berangsur-angsur menutup.

(12) Deceleration Fuel Cut-Off System

Pada saat deselerasi, throttle valve akan menutup rapat sementara putaran mesin masih tinggi. Hal tersebut mengakibatkan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar lebih banyak sehingga campuran menjadi gemuk. Untuk itu pada karburator perlu dilengkapi dengan “Deceleration Fuel Cut-Off System” yang berfungsi menutup aliran bahan bakar dari slow port sehingga konsentrasi CO dan HC dapat diturunkan.

Selama pengendaraan normal dengan putaran mesin di bawah 2000 rpm, solenoid valve pada posisi ON. Pada saat ini saluran bahan bakar pada slow port terbuka karena solenoid mendapat masa dari Emission Control Computer.

Apabila putaran mesin mencapai 2000 rpm atau lebih, Emission Control Computer akan menghubungkan arus solenoid ke masa melalui vacuum switch. Pada saat ini vacuum switch pada posisi ON karena vacuum pada TP port lebih kecil dari 400 mmHg.



Gambar 34. Deceleration Fuel Cut-Off System

Apabila pada putaran mesin di atas 2000 rpm, kemudian pedal gas tiba-tiba dilepas (deselerasi) maka vacuum pada TP port akan lebih besar dari 400 mmHg, vacuum switch akan OFF dan solenoid valve tidak mendapat masa sehingga solenoid valve menutup saluran bahan bakar yang ke slow port.

Apabila putaran mesin mencapai 2000 rpm , maka solenoid valve akan mendapat masa dari emission control computer kembali sehingga saluran bahan bakar yang ke slow port dan idle port terbuka dan bahan bakar akan mengalir kembali. Hal tersebut untuk mencegah mesin mati dan mempertahankan agar mesin dapat hidup pada putaran idle.

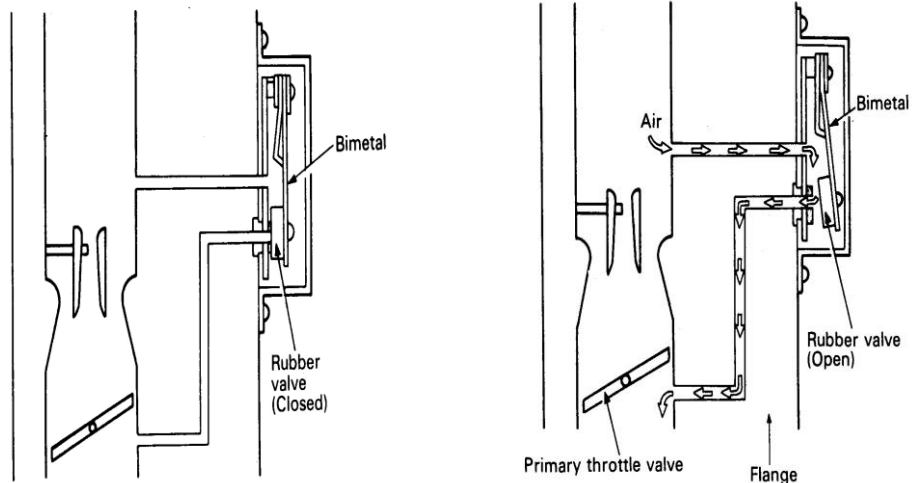
c. Tes Formatif 1

- 1) Sebutkan komponen system bahan bakar mekanik dan jelaskan fungsinya.
- 2) Jelaskan cara kerja pompa bahan bakar mekanik.
- 3) Jelaskan cara kerja pompa bahan bakar listrik.
- 4) Jelaskan tujuan dibuatnya karburator double barel.
- 5) Jelaskan cara kerja system stasioner, kecepatan lambat, dan kecepatan tinggi pada karburator.
- 6) Jelaskan fungsi Hot Idle Compensator dan jelaskan bagaimana cara kerjanya.

d. Kunci Jawaban Formatif 1

- 1) Komponen sistem bahan bakar mekanik antara lain :
 - a) Tangki bahan bakar : untuk menampung bahan bakar sebelum disalurkan ke karburator
 - b) Saringan bahan bakar : untuk membersihkan bahan bakar yang akan dikirim ke karburator.

- c) Pompa bahan bakar : untuk menghisap bahan bakar yang ada di tangki, kemudian disalurkan ke karburator.
 - d) Karburator : untuk mengabutkan bahan bakar dan mengatur kebutuhan bahan bakar sesuai dengan putaran mesin.
- 2) Cara kerja pompa bahan bakar mekanik adalah sebagai berikut :
- Apabila rocker arm ditekan oleh nok, diafragma tertarik ke bawah sehingga ruang di atas diafragma menjadi hampa. Katup masuk terbuka dan bahan bakar akan mengalir ke ruang diafragma. Kemudian pada saat nok tidak menyentuh rocker arm, diafragma bergerak ke atas sehingga bahan bakar yang ada di ruang diafragma terdorong ke luar melalui katup keluar.
- 3) Cara kerja pompa bahan bakar listrik adalah sebagai berikut:
- Apabila kunci kontak diputar pada posisi ON, akan terjadi kemagnetan pada solenoid yang menyebabkan diafragma tertarik ke atas sehingga bahan bakar masuk melalui katup masuk. Pada saat yang sama platina membuka karena tuas platina dihubungkan dengan rod sehingga kemagnetan pada solenoid hilang.
- Akibatnya diafragma bergerak ke bawah mendorong bahan bakar keluar melalui katup buang.
- 4) Tujuan dibuatnya karburator double barrel adalah untuk mengatasi kelemahan karburator single barrel. Pada karburator single barrel, semua kebutuhan bahan bakar pada berbagai putaran mesin dilayani oleh satu barrel. Padahal pada putaran mesin rendah, diameter venturi yang besar akan lebih lambat menghasilkan tenaga dibanding diameter venturi yang kecil. Sebaliknya diameter venturi yang kecil hanya mampu memenuhi kebutuhan bahan bakar pada putaran mesin tertentu, tetapi pada putaran rendah lebih cepat menghasilkan tenaga.
- 5) Cara kerja system stasioner, kecepatan lambat, dan kecepatan tinggi pada karburator adalah sebagai berikut :
- Pada saat mesin berputar stasioner, bahan bakar mengalir dari ruang pelampung melalui primary main jet, kemudian ke slow jet, economizer jet, dan akhirnya ke ruang bakar melalui idle port.
- Kemudian pada saat pedal gas ditekan sedikit, maka katup gas akan membuka lebih lebar sehingga aliran bahan bakar dari ruang pelampung tersebut masuk ke ruang bakar selain melalui idle port juga melalui slow port.
- Pada saat pedal gas dibuka lebih lebar, aliran bahan bakar dari ruang pelampung langsung menuju primary main nozzle. Sementara dari idle port dan slow port tidak lagi mengeluarkan bahan bakar karena kevakuman pada idle port dan slow port lebih rendah dari pada di daerah primary main nozzle.
- 6) Fungsi Hot Idle Compensator adalah untuk menambah udara pada saat temperature di sekitar mesin panas. Adapun cara kerjanya adalah sebagai berikut :



Pada saat temperatur mesin naik, maka bimetal membuka thermostatic valve, sehingga udara dari air horn mengalir ke dalam intake manifold melalui saluran udara dalam flange sehingga campuran udara dan bahan bakar menjadi normal kembali. Katup thermostatic mulai membuka apabila temperatur di sekeliling elemen bimetal telah mencapai 55° C dan akan membuka penuh pada temperatur 75° C.

2. Kegiatan Belajar 2 : Pemeriksaan dan Pemeliharaan Sistem Bahan Bakar Mekanik

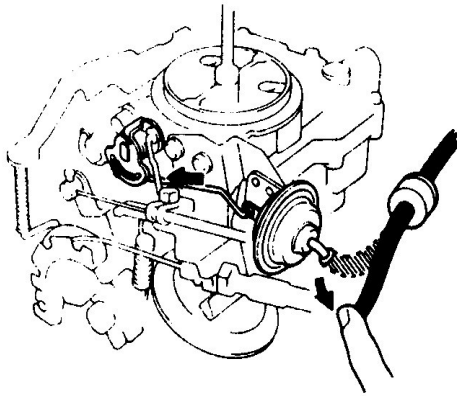
a. Tujuan Kegiatan Belajar 2

- (1) Peserta diklat dapat menjelaskan prosedur pemeriksaan komponen sistem bahan bakar mekanik.
- (2) Peserta diklat dapat menjelaskan prosedur penyetelan komponen sistem bahan bakar mekanik.
- (3) Peserta diklat dapat menjelaskan prosedur penyetelan karburator.

e. Uraian Materi 2

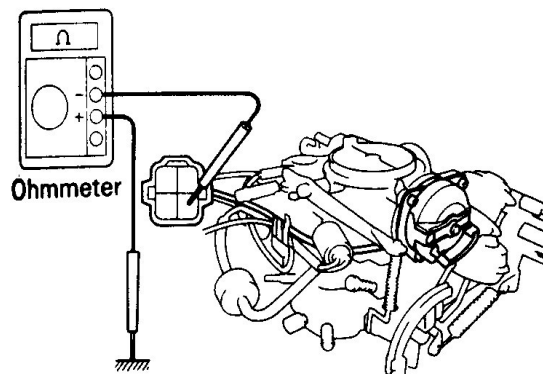
1) Pemeriksaan Karburator

- a) Pemeriksaan katup sistem cuk manual.
 - 2) Katup cuk harus tertutup penuh pada saat tombol cuk ditarik penuh
 - 3) Katup cuk harus terbuka penuh waktu tombol cuk dikembalikan penuh.
- b) Pemeriksaan sistem pemutus cuk
 - (1) Hidupkan mesin
 - (2) Lepaskan selang vakum dari membran dan periksa bahwa linkage cuk kembali
 - (3) Pasang kembali selang vakum pada membran



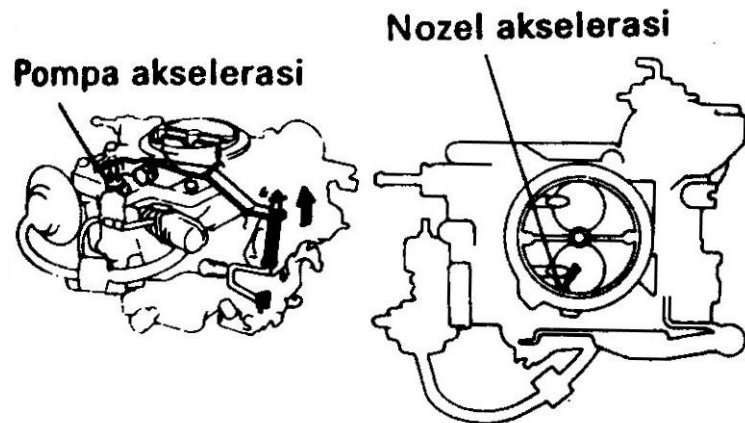
Gambar 35. Pemeriksaan sistem pemutus cuk

- c) Pemeriksaan sistem cuk otomatis
- (1) Lepasakan konektor karburator
 - (2) Ukurlah tahanan antara rumah koil dengan dari konektor karburator dan masa. Spesifikasi tahanan : $17 - 19 \Omega$ pada 20°C .
 - (3) Hidupkan mesin
 - (4) Beberapa saat kemudian, periksa bahwa katup cuk mulai membuka dan rumah cuk panas.
 - (5) Matikan mesin.



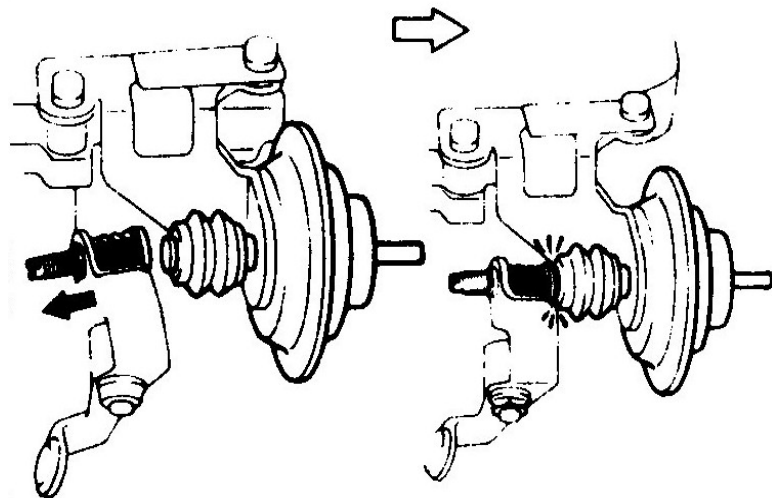
Gambar 36. Pemeriksaan sistem cuk otomatis

- d) Pemeriksaan pompa percepatan
- Buka katup gas dan periksa bahwa bensin keluar dari nosel akselerasi



Gambar 37. Pemeriksaan pompa percepatan

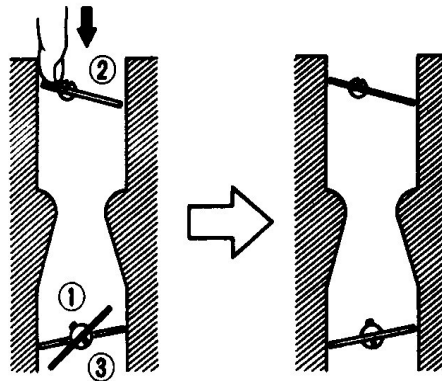
- e) Pemeriksaan dashpot
- (1) Setelah mesin dipanaskan, lepas selang vakum dari membran dan sumbatlah ujung slang vakum
 - (2) Stel putaran mesin pada 3000 rpm
 - (3) Lepas pedal gas.
 - (4) Periksa putaran penyetelan dashpot (2.000 ± 200 rpm)
 - (5) Stel dashpot dengan cara memutar sekrup penyetel dashpot. Penyetelan dilakukan dalam keadaan kipas pendingin dimatikan.



Gambar 38. Pemeriksaan Dashpot

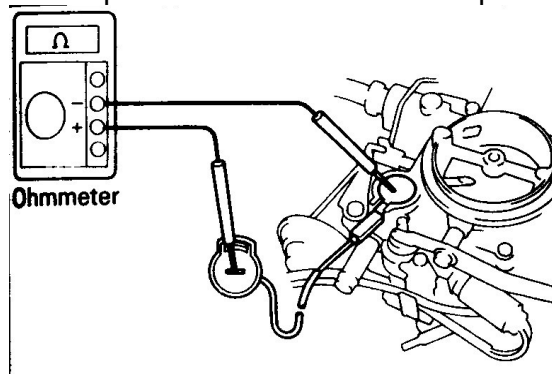
- e) Pemeriksaan putaran idel cepat
- (1) Panaskan mesin hingga mencapai temperatur kerja
 - (2) Pasanglah tachometer pada mesin
 - (3) Hentikan kerja cam breaker dengan cara melepas selang vakum dari cam breaker dan sumbat ujung selang.

- (4) Stel cam idel cepat dengan cara : menahan katup gas sedikit terbuka, tarik fast idel cam ke atas dan kembalikan katup gas pada posisi semula sambil menempatkan tuas throttle di atas step ketiga dari cam.



Gambar 39. Penyetelan cam idel cepat

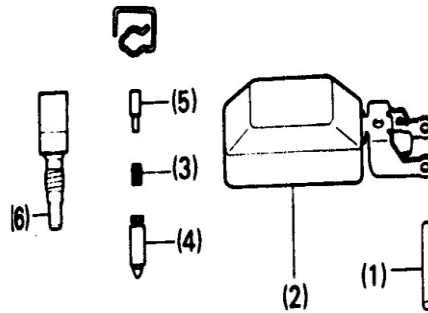
- (5) Apabila kecepatan idel cepat tidak sesuai spesifikasi stel kecepatan idel tinggi dengan memutar sekrup penyetel idel cepat.
- (6) Periksa kembali bahwa putaran mesin kembali ke kecepatan idle setelah pedal gas ditekan sedikit.
- (7) Hubungkan kembali selang vakum.
- f) Pemeriksaan pemanas positif temperatur coefficient (PTC)
- (1) Lepaskan konektor pemanas PTC
 - (2) Ukurlah tahanan antara terminal PTC dan masa menggunakan ohmmeter. Spesifikasi tahanan : 2 – 6 Ω pada 20° C.



Gambar 40. Pemeriksaan pemanas PTC

- g) Pemeriksaan pelampung dan katup jarum
- (1) Periksa pen pivot (1) kemungkinan tergores atau aus.
 - (2) Periksa pelampung (2) kemungkinan bibirnya pecah dan aus pada lubang-lubang pen pivot

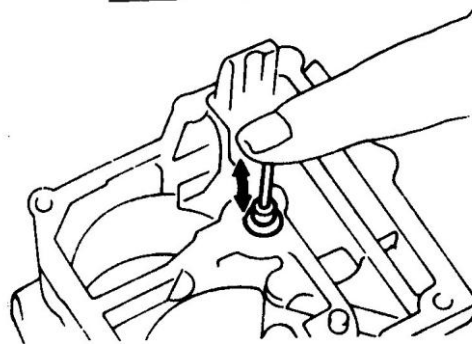
- (3) Periksa pegas (3) kemungkinan patah atau memburuk
- (4) Periksa katup jarum (4) dan plunger (5) kemungkinan aus.
- (5) Periksa saringan (6) kemungkinan berkarat atau rusak



Gambar 41. Pemeriksaan pelampung dan katup jarum

h) Pemeriksaan power piston

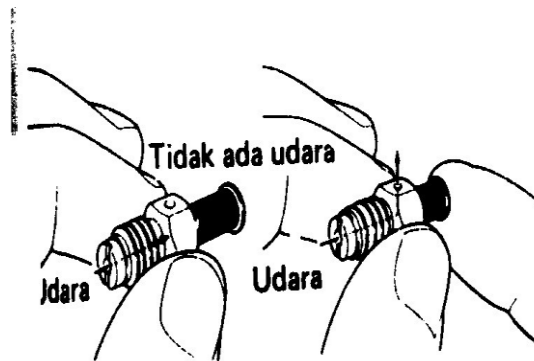
Untuk memeriksa kerja power piston dapat dilakukan dengan cara menekan power piston dan mengamati apakah power piston dapat bergerak dengan halus dan dapat kembali ke posisi semula setelah dilepas.



Gambar 42. Pemeriksaan power piston

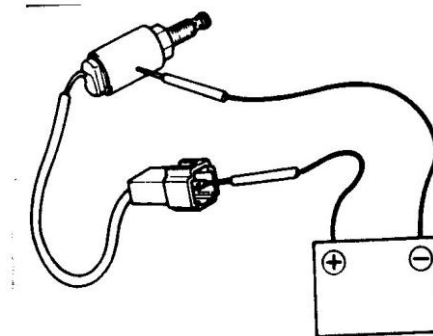
i) Pemeriksaan katup power

Pemeriksaan katup power dilakukan dengan cara memeriksa saluran yang terdapat pada katup power. Saluran tersebut harus terbuka pada saat katup ditekan dan tertutup kembali pada saat dilepas.



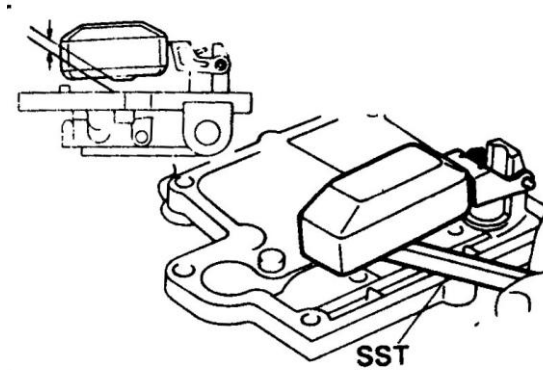
Gambar 43. Pemeriksaan katup power

- j) Pemeriksaan solenoid pemutus bahan bakar
- (1) Lepas solenoid dari karburator
 - (2) Hubungkan bodi katup solenoid dan terminal solenoid ke terminal baterai.
 - (3) Pada saat katup solenoid dihubungkan atau dilepas dengan baterai harus terdengar suara "klik".



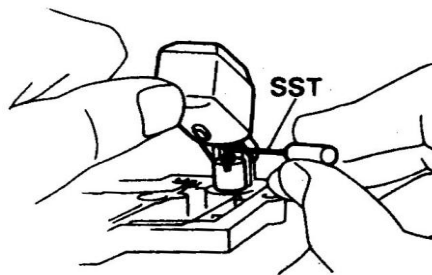
Gambar 44. Pemeriksaan solenoid

- k) Penyetelan pelampung
- (1) Pasang katup, pegas dan plunger pada dudukan
 - (2) Pasang pelampung dan pen pivot
 - (3) Biarkan pelampung menggantung dengan sendirinya
 - (4) Dengan SST, periksa celah antara pelampung dan air horn. Apabila tinggi pelampung (posisi tertinggi) tidak sesuai dengan spesifikasi, stel dengan cara membengkokkan bibir pelampung.



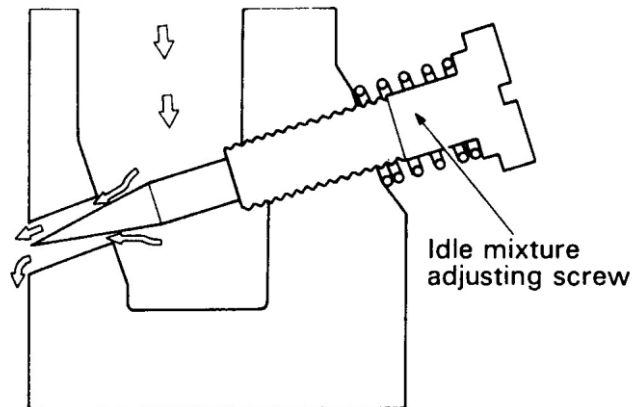
Gambar 45. Pemeriksaan celah antara pelampung dengan air horn

- (5) Angkat pelampung dan dengan SST periksa celah antara plunger katup jarum dan bibir pelampung. Apabila tinggi pelampung (pada posisi terendah) tidak sesuai dengan spesifikasi, stel dengan cara membengkokkan bibir samping pelampung.



Gambar 46. Pemeriksaan celah antara plunger katup jarum dengan bibir pelampung

- I) Penyetelan campuran idel
 - (1) Hidupkan mesin sampai temperatur kerja
 - (2) Pasang tachometer
 - (3) Stel putaran idel (stasioner) sesuai spesifikasi
 - (4) Putar baut penyetel putaran idel (idle mixture adjusting screw) ke kanan atau ke kiri sampai diperoleh putaran maksimum.
 - (5) Stel kembali putaran idel.



Gambar 47. Penyetelan putaran idel

f. Rangkuman 2

- 1) Pemeriksaan pada system bahan bakar mekanik antara lain: pemeriksaan system cuk manual dan otomatis, mekanisme idel cepat, system percepatan, dashpot, pemanas positif temperatur coefficient (PTC), jarum pelampung dan dudukannya, serta pemeriksaan solenoid pemutus bahan bakar.
- 2) Penyetelan pada karburator antara lain : penyetelan pelampung, penyetelan putaran idel, dan penyetelan campuran udara dan bahan bakar.

g. Tugas 2

- 1) Lakukan observasi di bengkel mobil, kemudian identifikasi jenis gangguan mesin yang disebabkan system bahan bakar mekanik.
- 2) Menurut anda apa yang perlu dilakukan mekanik untuk mengatasi gangguan tersebut?

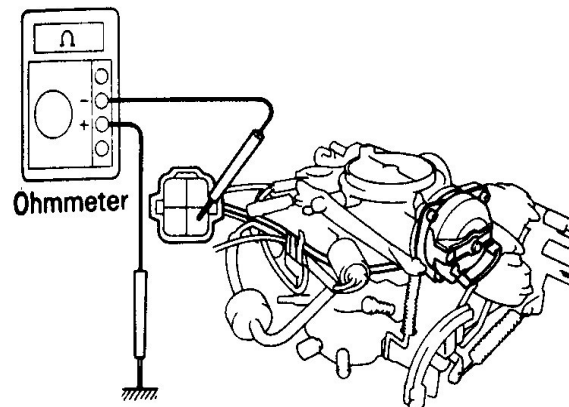
h. Tes Formatif 2

- 1) Jelaskan pemeriksaan apa saja yang perlu dilakukan pada system bahan bakar mekanik ?
- 2) Bagaimana cara memeriksa system cuk otomatis ?
- 3) Jelaskan bagaimana cara menyetel pelampung ?

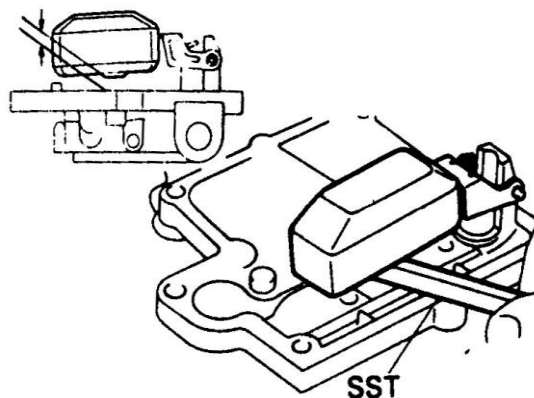
Kunci Jawaban Formatif 2

- 4) Pemeriksaan yang perlu dilakukan pada sistem bahan bakar mekanik antara lain : pemeriksaan sistem cuk manual dan otomatis, mekanisme idel cepat, system percepatan, dashpot, pemanas *positif temperatur coefficient* (PTC), jarum pelampung dan dudukannya, serta pemeriksaan solenoid pemutus bahan bakar.
- 5) Prosedur pemeriksaan sistem cuk otomatis adalah sebagai berikut:
 - a). Lepasakan konektor karburator
 - b). Ukurlah tahanan antara rumah koil dengan dari konektor karburator dan masa. Spesifikasi tahanan : 17 – 19 Ω pada 20° C.
 - c). Hidupkan mesin

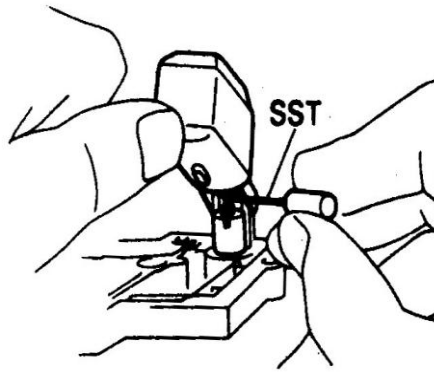
- d). Beberapa saat kemudian, periksa bahwa katup cuk mulai membuka dan rumah cuk panas.



- 6) Prosedur penyetelan sistem pelampung adalah sebagai berikut:
- Pasang katup, pegas dan plunger pada dudukan
 - Pasang pelampung dan pen pivot
 - Biarkan pelampung menggantung dengan sendirinya
 - Dengan SST, periksa celah antara pelampung dan air horn. Apabila tinggi pelampung (posisi tertinggi) tidak sesuai dengan spesifikasi, stel dengan cara membengkokkan bibir pelampung.



- e). Angkat pelampung dan dengan SST periksa celah antara plunger katup jarum dan bibir pelampung. Apabila tinggi pelampung (pada posisi terendah) tidak sesuai dengan spesifikasi, stel dengan cara membengkokkan bibir samping pelampung.



BAB I

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Modul ini memberikan kemampuan dasar untuk mampu Menginterpretasikan Gambar Teknik terutama pada Teknik Otomotif. Pembahasan dilakukan dalam 3 kegiatan belajar. Kegiatan Belajar 1: Menggambar perspektif, proyeksi, pandangan, dan potongan; Kegiatan Belajar 2: Membaca wiring diagram.

B. Kompetensi

1. Standar Kompetensi : Memelihara baterai
2. Kompetensi Dasar : Menguji baterai

BAB II

PEMBELAJARAN

C. Kegiatan Pembelajaran

1. Kegiatan Pembelajaran 1: Menguji Baterai

Fungsi Baterai

Baterai merupakan sumber energi listrik yang digunakan oleh sistem starter dan sistem kelistrikan yang lain. Baterai ada dua tipe yaitu baterai kering dan baterai basah. Baterai yang digunakan untuk motor, mobil maupun truk adalah baterai jenis basah.

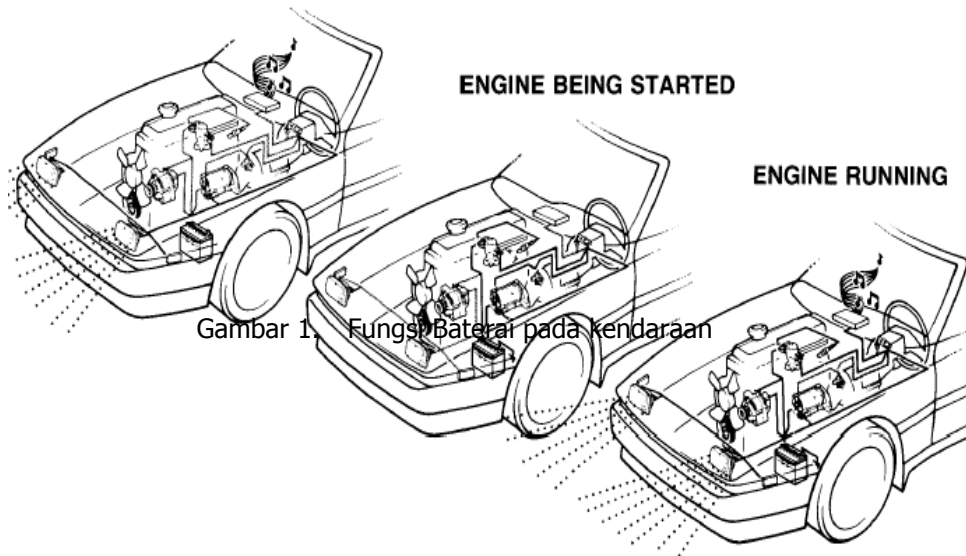
Pada kendaraan secara umum baterai berfungsi sebagai sumber energi listrik pada kendaraan, namun bila kita amati lebih detail maka fungsi baterai adalah:

- 1) **Saat mesin mati** sebagai sumber energi untuk menghidupkan asesoris, penerangan, dsb.
- 2) **Saat starter** untuk menghidupkan sistem starter
- 3) **Saat mesin hidup** sebagai stabiliser suplai listrik pada kendaraan, dimana pada saat hidup energi listrik bersumber dari alternator.

ENGINE NOT RUNNING

ENGINE BEING STARTED

ENGINE RUNNING



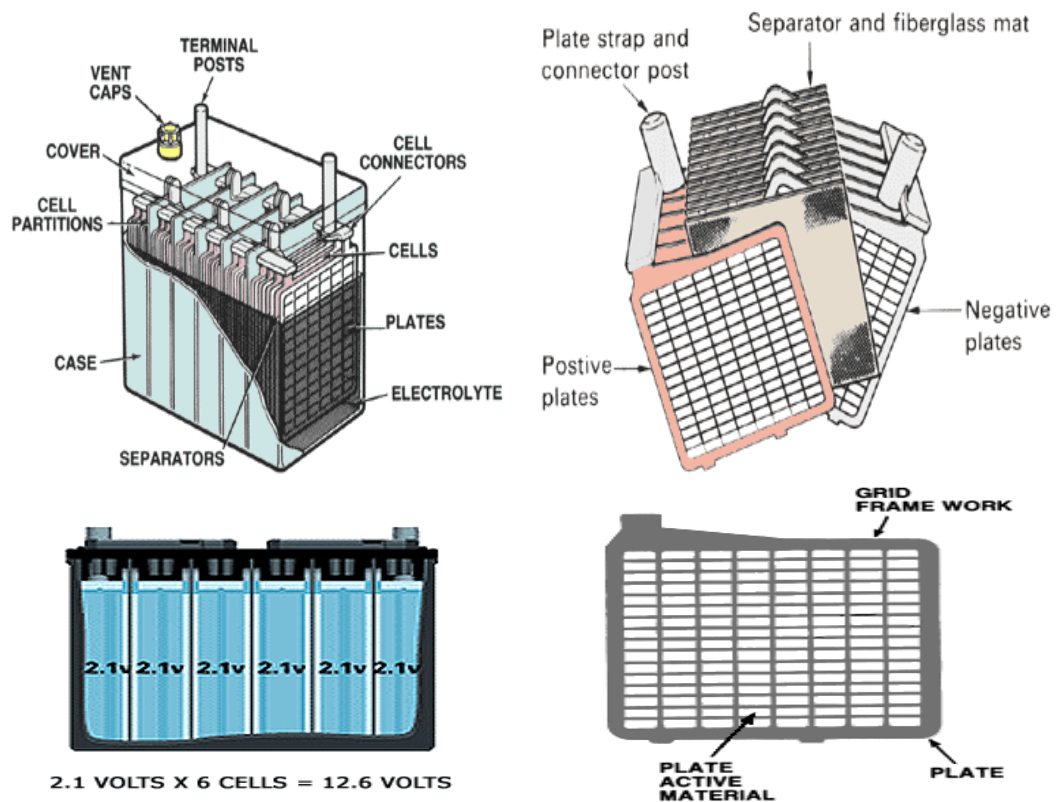
Gambar 1. Fungsi Baterai pada kendaraan

Konstruksi Baterai

Baterai terdiri dari beberapa komponen antara lain: Kotak baterai, terminal baterai, elektrolit baterai, lubang elektrolit baterai, tutup baterai dan sel baterai. Dalam satu baterai terdiri dari beberapa sel baterai, tiap sel menghasilkan tegangan 2 - 2,2 V. Baterai 6 V terdiri dari 3 sel, dan baterai 12 V mempunyai 6 sel baterai yang dirangkai secara seri.

Tiap sel baterai mempunyai lubang untuk mengisi elektrolit baterai, lubang tersebut ditutup dengan tutup baterai, pada tutup terdapat lubang ventilasi yang digunakan untuk mengalirkan uap dari elektrolit baterai. Tiap

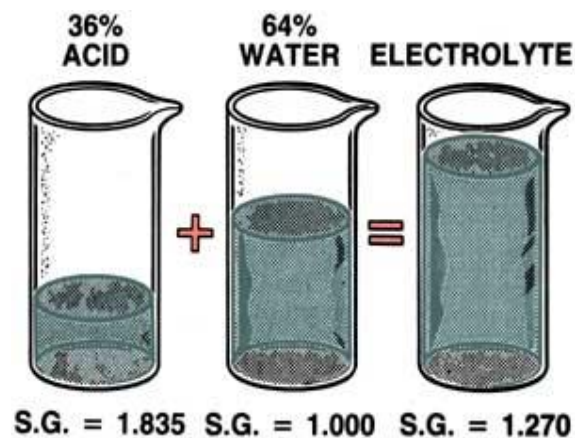
sel baterai terdapat plat positif, separator dan plat negatif, plat positif berwarna coklat gelap (*dark brown*) dan plat negatif berwarna abu-abu metalik (*metallic gray*).



Gambar 2. Konstruksi Baterai

Elektrolit Baterai

Elektrolit baterai merupakan campuran antara air suling (H_2O) dengan asam sulfat (SO_4), komposisi campuran adalah 64 % H_2O dan 36 % SO_4 . Dari campuran tersebut diperoleh elektrolit baterai dengan berat jenis 1,270.



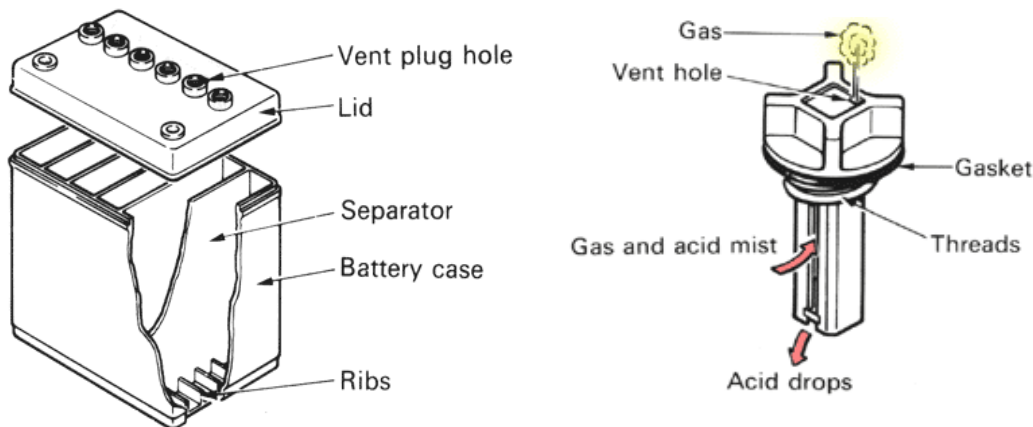
Gambar 3. Komposisi elektrolit baterai

Kotak Baterai

Wadah yang menampung elektrolit dan elemen baterai disebut kotak baterai. Ruangan didalamnya dibagi menjadi ruangan sesuai dengan jumlah selnya. Pada kotak baterai terdapat garis tanda upper level dan lower level, sebagai indicator jumlah elektrolit.

Sumbat Ventilasi

Sumbat ventilasi ialah tutup untuk lubang pengisian elektrolit. Sumbat ini juga berfungsi untuk memisahkan gas hidrogen (yang terbentuk saat pengisian) dan uap asam sulfat di dalam baterai dengan cara membiarkan gas hidrogen keluar lewat lubang ventilasi, sedangkan uap asam sulfat mengembun pada tepian ventilasi dan menetes kembali ke bawah.

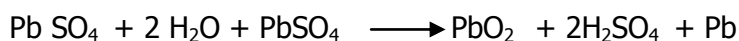


Gambar 4. Kotak dan sumbat baterai

Reaksi Kimia pada Baterai

Baterai merupakan pembangkitan listrik secara kimia. Listrik dibangkitkan akibat reaksi kimia antara plat positif, elektrolit baterai dan plat negatif. Saat baterai dihubungkan dengan sumber listrik arus searah maka terjadi proses pengisian (*charge*). Proses tersebut secara kimia dapat dirumuskan sebagai berikut:

Plat (+) + Elektrolit + Plat (-) Plat (+) + Elektrolit + Plat (-)

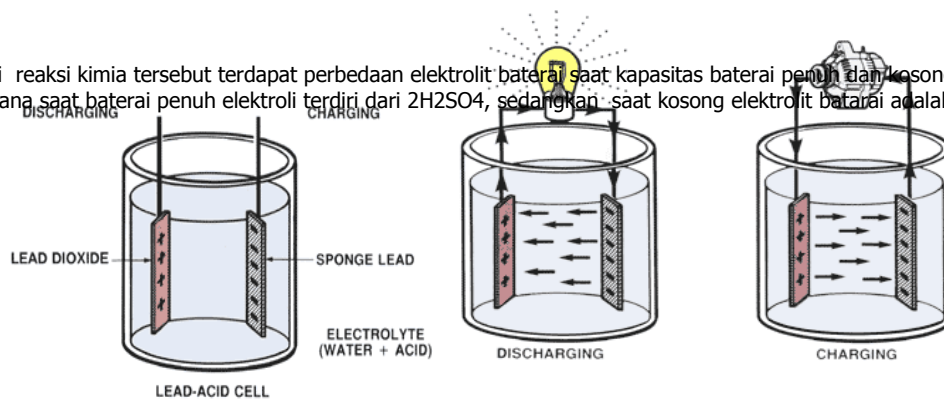


Saat sistem starter berfungsi maka energi listrik yang tersimpan di baterai akan mengalir ke beban, proses ini sering disebut proses pengosongan (*discharge*). Proses pengosongan secara kimia dapat dirumuskan sebagai berikut:

Plat (+) + Elektrolit + Plat (-) Plat (+) + Elektrolit + Plat (-)



Dari reaksi kimia tersebut terdapat perbedaan elektrolit baterai saat kapasitas baterai penuh dan kosong, dimana saat baterai penuh elektrolit terdiri dari $2\text{H}_2\text{SO}_4$, sedangkan saat kosong elektrolit baterai adalah $2\text{H}_2\text{O}$.



Gambar 5.

Gambar 6. Proses pengisian dan pengosongan baterai

Rating Kapasitas Baterai

Energi yang tersimpan dalam baterai harus cukup kuat untuk starter, untuk itu baterai harus terisi penuh. Kapasitas baterai menunjukkan jumlah listrik yang disimpan baterai yang dapat dilepaskan sebagai sumber listrik. Kapasitas baterai dipengaruhi oleh ukuran plat, jumlah plat, jumlah sel dan jumlah elektrolit baterai. Terdapat 3 ukuran yang sering menunjukkan kapasitas baterai, yaitu:

- 1) Cranking Current Ampere (CCA)
- 2) Reserve Capacity
- 3) Ampere Hour Capacity (AH)

Cranking Current Ampere (CCA)

Kapasitas baterai tergantung pada bahan plat yang bersinggungan dengan larutan elektrolit, bukan hanya jumlah plat tetapi besar ukuran (luas permukaan singgung) pada plat yang akan menentukan kapasitasnya. The Internasional standard memberikan nilai untuk kapasitas baterai dengan **SAE Cranking Current** atau **Cold Cranking Current (CCA Cold Cranking Ampere)**. Nilai CCA dari suatu baterai adalah arus (dalam ampere) dari baterai yang diisi penuh sehingga dapat memberikan arus untuk 30 detik pada 18 derajat Celsius selama itu tetap menjaga tegangan setiap sel 1.2 volt atau lebih.

Reserve Capacity

Kapasitas layanan adalah banyaknya waktu dalam menit pada baterai yang diisi penuh dapat memberikan arus sebesar 25 ampere pada 27 derajat Celsius setelah sistim pengisian dilepas. Tegangan tidak boleh turun dibawah 1.75 volt per sel (10.5 volt total untuk baterai 12 volt).

REPLACEMENT BATTERIES USED ON TOYOTA VEHICLES

BCI GROUP* (DIMENSIONS)	TYPE (MONTHS)	PLATES (NUMBER)	RATINGS	
			CCA (AMPERES)	RC (MINUTES)
24, 24F (10-3/16L x 6-3/16W x 9H)	24	48	350	55
	36	54	400	60
	48	72	525	100
27, 27F (12L x 6-3/16W x 8-15/16H)	48	84	560	115

Gambar 7. Rating Baterai

Ampere Hour Capacity (AH)

Kapasitas baterai adalah banyaknya arus pada baterai yang diisi penuh dapat menyediakan arus selama 20 jam pada 27 derajat Celsius, tanpa penurunan tegangan tiap sel dibawah 1.75 volt. Sebagai contoh: Sebuah Baterai yang secara terus menerus mengalirkan 3 ampere untuk 20 jam dinilai memiliki 60 AH.

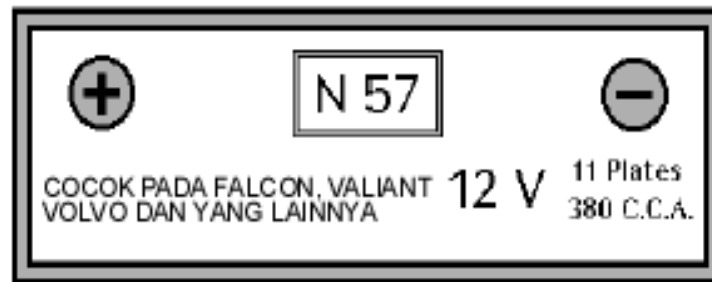
Rumus menentukan kapasitas baterai adalah:

$$\mathbf{AH = A \text{ (amper)} \times H \text{ (Jam)}}$$

JIS mendefinisikan kapasitas baterai sebagai jumlah listrik yang dilepaskan sampai tegangan pengeluaran akhir menjadi 10,5 V dalam 5 jam. Sebagai contoh baterai dalam keadaan terisi penuh dikeluarkan muatannya secara terus menerus 10 A selama 5 jam sampai mencapai tegangan pengeluaran akhir (10,5 V). Maka kapasitas baterai ialah 50 AH (10 x 5 jam) 1 °C

Stiker Spesifikasi Baterai

Baterai otomotif yang baru memiliki striker yang ditempelkan untuk memberikan informasi tentang spesifikasi baterai tersebut, salah satu model stiker baterai seperti tampak dibawah ini



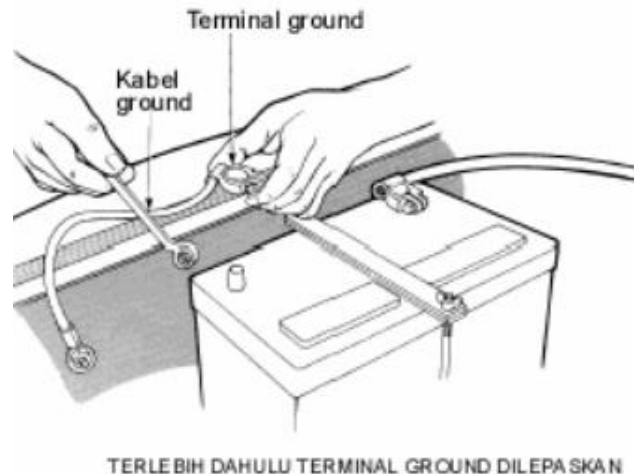
Gambar 8. Spesifikasi baterai

Pada stiker di gambar di atas menunjukkan nomer kode area yaitu N57. Baterai tersebut memiliki 11 plat per sel dengan nilai 380 *Cold Cranking Ampere* dan tegangan baterai yang dihasilkan adalah 12 volt.

Keselamatan Kerja Saat Menguji Baterai

Sebelum melaksanakan pengujian tersebut perlu diperhatikan masalah keselamatan kerja. Hal-hal tersebut antara lain:

- 1) Baterai pada umumnya berukuran besar dan berisi larutan asam sulfat, oleh karena itu harus hati-hati jangan sampai cairan baterai mengenai pakaian, kulit maupun kendaraan.
- 2) Saat melepas baterai untuk menguji baterai perlu diperhatikan keamanan awal yang diperlukan untuk menghindari pemakai atau kerusakan alat elektronik akibat pelepasan baterai.
- 3) Gunakan alat pelindung atau alat pengaman, termasuk pemakaian alas kaki yang sesuai dan pelindung mata
- 4) Putuslah hubungan kabel baterai pada saat anda akan memperbaiki beberapa bagian dari suatu sistem rangkaian kelistrikan.
- 5) Lepas hubungan terminal baterai ke ground terlebih dahulu, karena bila melepas terminal positif akan kemungkinan terjadi hubungan pendek melalui kunci ke kodi kendaraan.



Gambar 9. Pemutusan terminal ground baterai

- 6) Ingatlah baterai mudah menimbulkan arus energi listrik pada tegangan tinggi, sehingga jam tangan logam perhiasan dan gelang sebaiknya tidak dikenakan pada saat anda bekerja dengan baterai.
- 7) Gas yang keluar dari bagian atas sel baterai selama proses pengisian dan pengosongan bersifat mudah meledak, jangan menyalakan korek atau merokok dekat lokasi pengisian baterai.
- 8) Sebelum menghubungkan pengisian baterai, kedua terminal baterai positif dan negatif harus dilepaskan dari sistem rangkaian elektronik.
- 9) Pada saat melakukan pengisian baterai, anda membutuhkan udara yang bersih dan ventilasi udara yang bebas dari bunga api atau kemungkinan terjadi kebakaran.
- 10) Apabila baterai anda memiliki lubang ventilasi pengaman jangan buka tutup penyumbatnya ketika melakukan proses pengisian, bila baterai anda tidak memiliki lubang pengaman, bukalah tutup penyumbatnya agar gas hidrogen yang dihasilkan pada saat proses pengisian dapat keluar.**
- 11) Jangan melepas atau menghubungkan terminal baterai saat alat pengisian bekerja. ini akan menyebabkan munculnya bunga api dan menyalakan/membakar gas hidrogen yang ada dalam baterai.



Gambar 10. Tanda peringatan dilakasi yang menagani baterai

- 12) Jangan meniup baterai dengan aliran udara, compresor udara dapat membuka tutup sel dan menyebarkan larutan elektrolit ke tubuh anda.
- 13) Untuk mencegah yang aman, jangan salah memasang posisi terminal baterai, ini akan membalik polarisasi dan mengakibatkan rusaknya alternator dan sistem elektronik yang mempergunakan semikonduktor.
- 14) Untuk pencegahan, jangan salah memasang posisi terminal baterai, ini akan membalik polarisasi arus yang akan merusak alternator dan sistem kelistrikan yang menggunakan semi konduktor

Pertolongan Pertama

Asam sulfat, merupakan bahan elektrolit aktif pada baterai, yang bersifat sangat korosif/merusak. Ini dapat menyebabkan kerusakan pada semua bahan yang dikenainya. Ini akan menyebabkan keracunan atau luka bakar yang serius bila terkena kulit, dapat juga menyebabkan kebutaan bila mengenai mata. Bila cairan asam baterai mengenai kulit anda:

- 1) Basuhlah kulit anda dengan air yang bersih
- 2) Basuhlah berulang-ulang kurang lebih 5 menit, ini akan melarutkan asam pada air tersebut.
- 3) Bila Cairan asam mengenai mata anda, basuhlah mata anda dengan air berulang-ulang, segera pergi ke dokter.



Gambar 11. Membersihkan asam yang mengenai mata

- 4) Larutan elektrolit juga berbahaya pada cat kendaraan, pada kasus lain larutan elektrolit dapat menetes ke cat, usaplah dengan air yang banyak.

Memeriksa dan Menguji Baterai

Baterai harus diperiksa secara periodik dan diuji kemampuannya. Terdapat 3 kelompok pemeriksaan dan pengujian baterai yang sering dilakukan, yaitu:

- 1) Pemeriksaan Visual

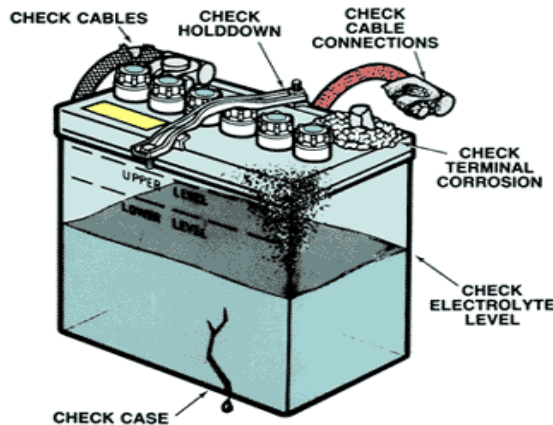
- 2) Pemeriksaan elektrolit dan kebocoran
- 3) Pengujian Beban

Pemeriksaan Visual Baterai

Pemeriksaan visual meliputi :

1) Kotak baterai :

Kotak baterai sering mengalami kerusakan yang dapat diidentifikasi secara visual, jenis kerusakan kotak baterai antara lain: kotak retak akibat benturan, mengembang akibat over charging, bocor akibat keretakan atau mengembang



Gambar 12. Pemeriksaan bagian baterai secara visual

2) Sel-sel baterai :

Sel baterai sering mengalami gangguan yaitu sel yang mengembang akibat over charging maupun mengkristal dan sel yang rontok karena getaran, kualitas yang kurang baik maupun usia baterai

3) Terminal baterai dan konektor kabel:

Terminal baterai dan konektor merupakan bagian baterai yang sering mengalami kerusakan, bentuk kerusakan paling banyak adalah korosi yang disebabkan oleh uap elektrolit baterai maupun panas akibat konektor kendur atau kotor

4) Jumlah elektrolit

Jumlah elektrolit perlu diperiksa secara periodic. Bila pengisian berlebihan (*over charging*) maka elektrolit cepat berkurang karena penguapan berlebihan. Pemeriksaan jumlah elektrolit dapat dilakukan dengan cepat karena kotak dibuat dari plastic yang tembus pandang. Jumlah elektrolit harus berada diantara garis *Upper Level* dan *Lower Level*.

5) Kabel Baterai

Kabel baterai dialiri arus yang sangat besar, saat mesin distarter besar arus dapat mencapai 250 – 500 A, tergantung dari daya motor starter, dengan arus sebesar itu kabel akan panas. Panas pada kabel menyebabkan elastisitas kabel menurun, isolator muda pecah dan terkupas, hal ini terjadi terutama pada isolator dekat dengan terminal baterai.

6) Pemegang Baterai

Pemegang baterai harus dapat mengikat baterai dengan kuat agar guncangan baterai dapat dihindari, sehingga usia baterai dapat lebih lama. Gangguan pada pemegang baterai antara lain kendur akibat mur pengikat karat untuk itu lindungi mur dengan mengoleskan vaselin/ grease.

Pemeriksaan Elektrolit

Jumlah elektrolit baterai harus selalu dikontrol, jumlah yang baik adalah diantara tanda batas *Upper Level* dengan *Lower Level*. Jumlah elektrolit yang kurang menyebabkan sel baterai cepat rusak, sedang jumlah elektrolit berlebihan menyebabkan tumpahnya elektrolit saat baterai panas akibat pengisian atau pengosongan berlebihan. Akibat proses penguapan saat pengisian memungkinkan jumlah elektrolit berkurang, untuk menambah jumlah elektrolit yang kurang cukup dengan menambah H₂O atau terjual dengan nama Air Accu.

Penyebab elektrolit cepat berkurang dapat disebabkan oleh *overcharging*, oleh karena bila berkurangnya elektrolit tidak wajar maka periksa dan setel arus pengisian. Keretakan baterai dapat pula menyebabkan elektrolit cepat berkurang, selain itu cairan elektrolit dapat mengenai bagian kendaraan, karena cairan bersifat korosif maka bagian kendaraan yang terkena elektrolit akan korosi.

Pemeriksaan berat jenis elektrolit baterai menggunakan alat **hydrometer**. Pemeriksaan berat jenis elektrolit baterai merupakan salah satu metode untuk mengetahui kapasitas baterai. Baterai penuh pada suhu 20 °C mempunyai Bj 1,27-1,28, dan baterai kosong mempunyai Bj 1,100 -1,130.

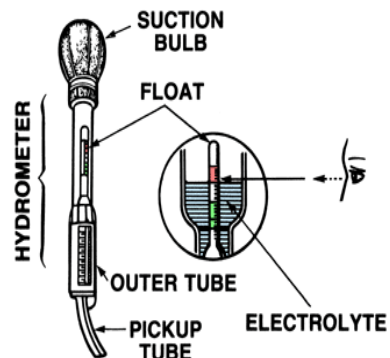
Langkah melakukan pengukuran elektrolit baterai adalah:

- 1) Lepas terminal baterai negatif
- 2) Lepas sumbat baterai dan tempatkan dalam wadah agar tidak tercecer
- 3) Masukkan thermometer pada lubang baterai
- 4) Masukkan ujung hydrometer ke dalam lubang baterai
- 5) Pompa hydrometer sampai elektrolit masuk ke dalam hydrometer dan pemberat terangkat
- 6) Tanpa mengangkat hydrometer baca berat jenis elektrolit baterai dan baca temperature elektrolit baterai
- 7) Catat hasil pembacaan, lakukan hal yang sama untuk sel baterai yang lain



Gambar 13.

Memeriksa elektrolit



Berat jenis elektrolit berubah sebesar 0,0007 setiap perubahan 1 °C. Spesifikasi berat jenis normal ditentukan pada 20 °C, oleh karena itu saat pengukuran temperature elektrolit harus diamati. Rumus untuk mengkoreksi hasil pengukuran adalah:

$$S_{20\text{ }^{\circ}\text{C}} = S_t + 0,0007 \times (t - 20)$$

$S_{20\text{ }^{\circ}\text{C}}$: berat jenis pada temperature 20 °C
 S_t : Nilai pengukuran berat jenis
 t : Temperatur elektrolit saat pengukuran

Contoh:

Tentukan berat jenis baterai bila hasil pengukuran pada temperature 0°C, menunjukkan berat jenis 1,260.

$$\begin{aligned}
 S_{20\text{ }^{\circ}\text{C}} &= S_t + 0,0007 \times (t - 20) \\
 &= 1,260 + 0,0007 \times (0 - 20) \\
 &= 1,260 - 0,0014 \\
 &= 1,246
 \end{aligned}$$

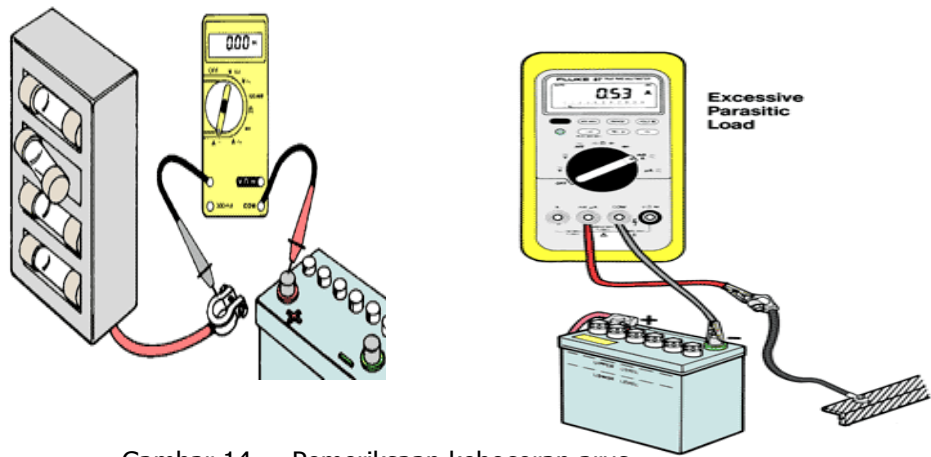
Tindakan yang harus dilakukan terkait hasil pengukuran elektrolit adalah sebagai berikut:

Tabel .1 Tindakan yang dilakukan berdasarkan hasil pengukuran BJ elektrolit

HASIL PENGUKURAN	TINDAKAN
1.280 Atau lebih	Tambahkan air suling agar berat jenis berkurang
1.220 – 1.270	Tidak Perlu Tindakan
1.210 atau kurang	Lakukan pengisian penuh, ukur berat jenis. Bila masih dibawah 1.210 ganti baterai.
Perbedaan antar sel kurang dari 0.040	Tidak perlu tindakan
Perbedaan berat jenis antar sel 0.040 atau lebih	Lakukan pengisian penuh, ukur berat jenis. Bila berat jenis antar sel melebihi 0.030, setel berat jenis. Bila tidak bisa dilakukan, ganti baterai

Kebocoran Arus

Adanya kebocoran arus listrik menyebabkan baterai mengalami pengosongan, sehingga bila kendaraan lama tidak digunakan maka energi listrik yang tersimpan pada baterai dapat berkurang cukup banyak sehingga mesin sulit dihidupkan.



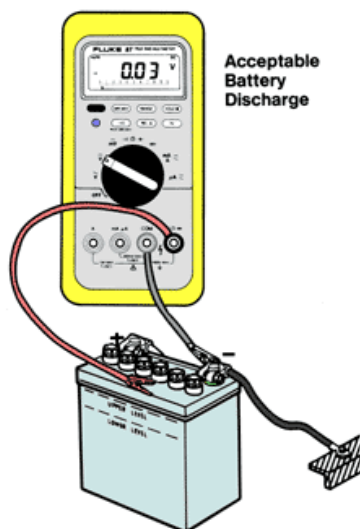
Gambar 14. Pemeriksaan kebocoran arus

Langkah untuk memeriksa kebocoran arus listrik adalah sebagai berikut:

- 1) Matikan seluruh beban kelistrikan
- 2) Lepas kabel baterai negatif
- 3) Pasang amper meter dengan skala ukur 35 mA
- 4) Baca hasil pengukuran
- 5) Besar kebocoran arus tidak boleh melebihi 20 mA.

Besar arus tersebut disebabkan energi listrik yang digunakan untuk jam maupun memori ECU (*Electronic Control Unit*). Penyebab terjadi kebocoran arus karena adanya karat, kotoran, air pada terminal atau soket sehingga mampu mengalirkan listrik. Pengukuran dapat pula dilakukan pada kabel positif.

Kebocoran arus listrik dapat pula terjadi ke bodi baterai (*Case drain*) untuk memeriksa hal tersebut dapat dilakukan dengan cara:

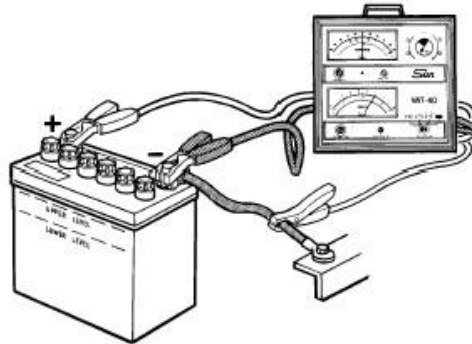


Gambar 15. Pemeriksaan kebocoran bodi

Atur selector pada voltage, hubungkan kabel negatif multi meter ke negatif baterai dan positif volt meter ke bodi baterai. Penunjukan yang baik adalah 0 Volt, dan tegangan tidak boleh melebihi 0,5 V.

Pemeriksaan dengan test beban baterai

Pemeriksaan baterai dengan beban dilakukan *Battery load tester*. Pemeriksaan dilakukan dengan cara memberi beban baterai sebesar 200 A selama 15 detik. Bila tegangan baterai lebih dari 9,6 V berarti baterai masih baik, bila tegangan baterai 6,5V – 9,6 V baterai perlu diisi beberapa saat, bila tegangan kurang dari 6,5 V ganti baterai karena kemungkinan ada sel baterai yang sudah rusak.



Gambar 16. Test dengan beban

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (1995), *Hyundai Accent Shop Manual Volume 2*, Korea, Hyundai Motor Company.
- Anonim (2004), *Dasar Listrik & Baterai*, Malang, VEDC
- Anonim (2003), *Bahan Pelatihan Nasional Otomotif, Perbaikan Kendaraan Ringan, Electrical, Konstruksi dan Operasi Baterai*, Jakarta,
- Anonim (2003), *Bahan Pelatihan Nasional Otomotif, Perbaikan Kendaraan Ringan, Electrical, Kelayakan Pakai Baterai*, Jakarta,
- Anonim (2003), *Bahan Pelatihan Nasional Otomotif, Perbaikan Kendaraan Ringan, Electrical, Konstruksi dan Operasi Baterai*, Jakarta,
- Anonim (2003), *Bahan Pelatihan Nasional Otomotif, Perbaikan Kendaraan Ringan, Electrical, Pemeliharaan dan Penggantian Baterai*, Jakarta,

Brady, Robert N. (1983) ***Electrical and Electronic System for Automobiles and Truck***, Virginia, Reston Publishing Company, Inc.

Bosch (1995), ***Automotive Electric/Electronic System***, Germany, Robert Bosch GmbH.

Sullivan's Calvin R. (2004), ***Battery***, WWW. Autosshop 101. com

Sullivan's Calvin R. (2004), ***Battery Service***, WWW. Autosshop 101. com

Toyota Astra Motor (t.th). ***Materi engine group step 2***, Jakarta , Toyota Astra Motor

TEAM (1995), ***New Step 1 Training Manual***, Jakarta, Toyota Astra Motor

TEAM (1996), ***Electrical Group Step 2***, Jakarta, Toyota Astra Motor