

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Setiawan (2011) melakukan penelitian tentang kinerja motor 2 langkah 150 cc adapun hasil dari penelitian tersebut menunjukkan pada putaran mesin rendah gaya yang tercatat kecil, semakin tinggi putaran mesin gaya yang tercatat semakin besar. Torsi puncak sebesar 14,55 Nm pada putaran mesin 8800 rpm, dan daya terbesar terjadi sebesar 17,97 Hp pada putaran mesin 8800 rpm. SFC terbaik sebesar 0,422 kg/kW dan putaran mesin 10000 rpm.

Muklisanto (2003) meneliti pengaruh variasi komposisi premium dan ethanol pada variasi rasio mainjet terhadap unjuk kerja mesin 4 langkah 110 cc. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut: pada variasi ethanol tertinggi campuran premium 90% dan ethanol 10% sebesar 7,1 N.m pada putaran mesin 5000 rpm dan daya tertinggi oleh campuran premium 90% dan ethanol 10% sebesar 3,717 Kw pada putaran 5000 rpm.

Margono (2003) meneliti pengaruh variasi penambahan ethanol pada bahan bakar premium terhadap unjuk kerja mesin motor Honda supra 4 langkah 100 cc. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut: kinerja mesin mengalami kenaikan yang signifikan pada bahan bakar premium ditambah dengan ethanol. Untuk campuran ethanol 10% terjadi kenaikan yaitu: Torsi lebih besar 7,6%, daya lebih besar 7,8% tekanan efektif rata-rata 7,87%, konsumsi bahan bakar spesifik lebih kecil 14,2% dan efisiensi termal lebih besar 7,1%.

Hartono (2011) melakukan penelitian tentang penggunaan bahan bakar premium, pertamax dan pertamax plus. Hasil penelitian menunjukkan torsi

maksimum dicapai pada bensin pertamax sebesar 7,52 Nm pada 6118 rpm, diikuti pertamax plus 7,41 Nm pada 5931 rpm, dan bensin premium 7,41 Nm pada 5958 rpm. Sedangkan daya maksimum pada bensin pertamax sebesar 6,80 HP pada 7434 rpm, diikuti premium 6,74 HP pada 7672 rpm, lalu pertamax plus sebesar 6,73 HP pada 7317 rpm. Untuk konsumsi bahan bakar spesifik minimal dimiliki pertamax plus sebesar 0,11 HP pada 5250 rpm, diikuti bensin pertamax sebesar 0,12 HP pada 4750 rpm, kemudian bensin premium sebesar 0,12 kg/kWh pada 5250 rpm.

Majalah Motor Plus (2012) melakukan penelitian tentang perbandingan jarak tempuh dengan bahan bakar premium, pertamax, dan pertamax plus dengan menggunakan jenis kendaraan 4 langkah 125 cc dengan kecepatan rata-rata dibawah 50 km/jam. Hasilnya dengan menggunakan bahan bakar premium mencapai 43 km/liter, menggunakan bahan bakar pertamax mencapai 48 km/liter, dan menggunakan bahan bakar pertamax plus mencapai 50 km/jam.

2.2 Dasar Teori

2.2.1. Definisi Motor Bakar

Motor bakar adalah salah satu jenis mesin kalor yang mengubah energi termal untuk melakukan kerja mekanik atau mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis. Sebelum menjadi tenaga mekanis, energi kimia bahan bakar diubah dulu menjadi energi termal atau panas melalui pembakaran bahan bakar dengan udara, pembakaran ini adalah yang dilakukan di dalam mesin kalor dapat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu:

- a) Motor pembakaran luar atau *External Combustion Engine* (ECE) adalah proses pembakaran bahan bakar terjadi diluar mesin, sehingga untuk melakukan pembakaran digunakan mesin tersendiri. Panas dari hasil pembakaran bahan bakar tidak langsung diubah menjadi tenaga mekanis misalnya turbin Uap.

- b) Motor pembakaran dalam atau *Internal Combustion Engine* (ICE) adalah proses pembakaran berlangsung didalam motor bakar, sehingga panas dari hasil pembakaran langsung bias diubah menjadi tenaga mekanik. Misalnya motor bakar pada torak.

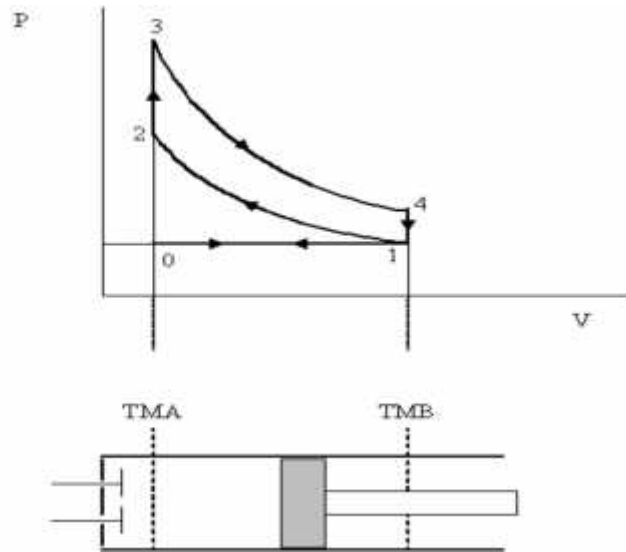
Hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan motor yang akan digunakan adalah:

1. Motor pembakaran luar yaitu:
 - a) Dapat memakai semua bentuk bahan bakar.
 - b) Dapat memakai bahan bakar yang bermutu rendah.
 - c) Lebih cocok dipakai untuk daya tinggi.
2. Motor pembakaran dalam yaitu:
 - a) Pemakaian bahan bakar irit.
 - b) Berat tiap satuan tenaga mekanis lebih kecil.
 - c) Konstruksi lebih sederhana, karena tidak memerlukan ketel uap dan kondensor.

Motor bakar dalam dibagi menjadi 2 jenis utama yaitu: motor bensin (*Otto*) dan Motor Diesel. Perbedaan kedua motor tersebut yaitu jika motor bensin menggunakan bahan bakar bensin premium, sedangkan motor diesel menggunakan bahan bakar solar. Perbedaan utamanya terletak pada sistem penyalanya, dimana pada motor bensin digunakan busi sebagai sistem penyalanya sedangkan pada motor diesel memanfaatkan suhu kompresi yang tinggi untuk dapat membakar bahan bakar (Yaswaki dan Murdhana, 1998).

2.2.2. Siklus Termodinamika

Siklus udara volume konstan (siklus otto) dapat digambarkan dengan grafik P dan V seperti terlihat pada gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar 2.1. Diagram P dan V dari siklus Volume konstan (Arismunandar, 1988)

P = Tekanan fluida kerja kg/cm^2

V = Volume spesifik, m^3/kg

q_m = Jumlah kalor yang dimasukkan, kcal/kg

q_k = Jumlah kalor yang dikeluarkan, kcal/kg

V_L = Volume langkah torak, m^3 atau cm^3

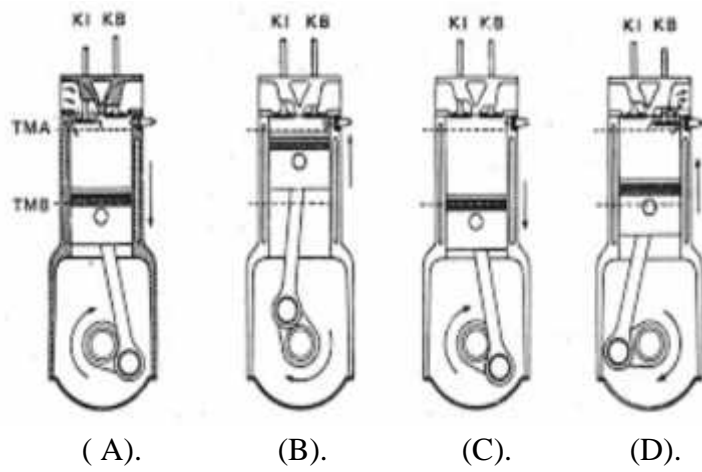
V_s = Volume sisa, m^3 atau cm^3

TMA = Titik mati atas

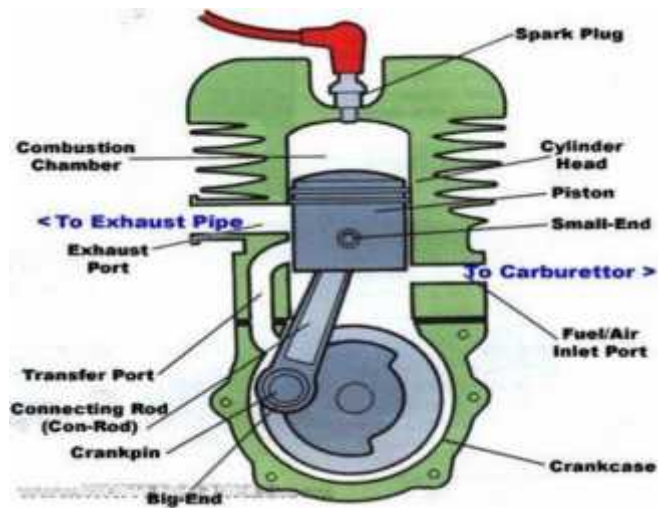
TMB = Titik mati bawah

2.2.3. Prinsip Kerja Motor bakar

Prinsip kerja motor bakar dibedakan menjadi 2 yaitu motor 4-langkah dan motor 2-langkah. Dibawah ini merupakan ilustrasi prinsip kerja motor 4-langkah dan motor 2-langkah yang digambarkan pada gambar 2.2 dan 2,3 sebagai berikut:



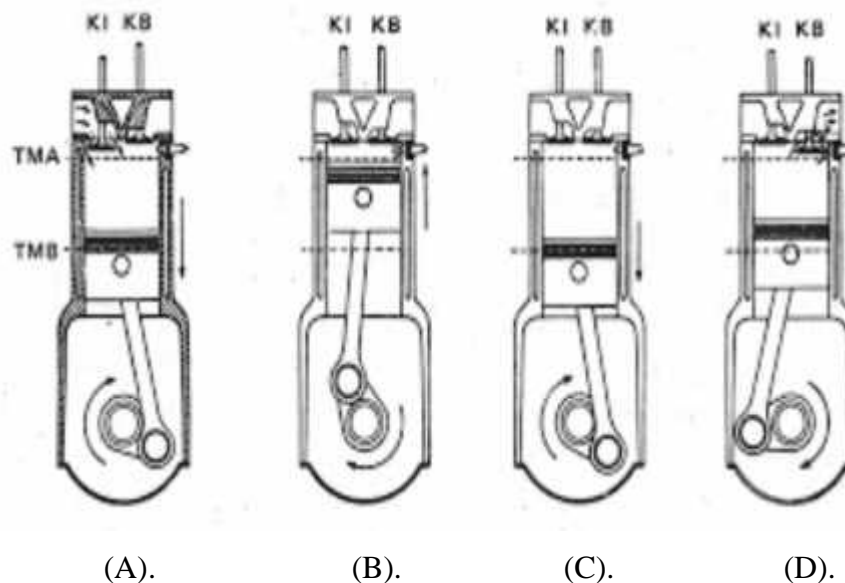
Gambar 2.2. Prinsip kerja motor 4-langkah,(Arismunandar 1994)



Gambar 2.3. Prinsip kerja motor 2-langkah, (Arismunandar, 1988)

2.3. Motor Bensin 4 Langkah

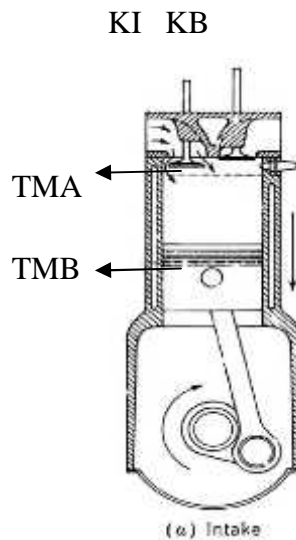
Motor empat langkah adalah motor yang menyelesaikan satu siklus pembakaran dalam empat langkah torak atau dua kali putaran poros engkol, jadi dalam satu siklus kerja telah mengadakan proses pengisian, kompresi dan penyalaan, ekspansi serta pembuangan. Dibandingkan dengan motor 2 tak, motor 4 tak lebih sulit dalam perawatan karena banyak komponen-komponen pada bagian mesinnya. Pada motor empat tak titik paling atas yang mampu dicapai oleh gerakan torak disebut titik mati atas (TMA), sedangkan titik terendah yang mampu dicapai torak pada silinder disebut titik mati bawah (TMB). Dengan asumsi bahwa katup masuk dan katup buang terbuka tepat pada waktu piston berada pada TMA dan TMB, maka siklus motor 4 langkah dapat diterangkan sebagai berikut :



Gambar 2.4. Skema Gerakan Torak 4 langkah (Arismunandar, 1988)

Penjelasan Prinsip kerja motor 4 langkah dijelaskan sebagai berikut:

a) Langkah hisap

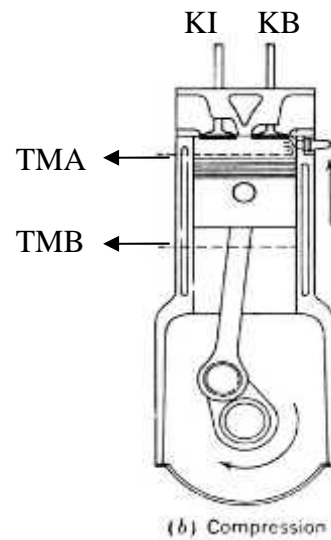


Gambar 2.5. Proses langkah hisap motor 4 langkah (Arismunandar, 1988)

Penjelasan :

1. Piston bergerak dari TMA ke TMB.
2. Katub masuk terbuka dan katub buang menutup.
3. Campuran bahan bakar dengan udara yang telah tercampur didalam karburator masuk ke dalam ruang silinder melalui katub inlet.
4. Saat piston berada di TMB, maka katub masuk akan menutup.

b) Langkah Kompresi.

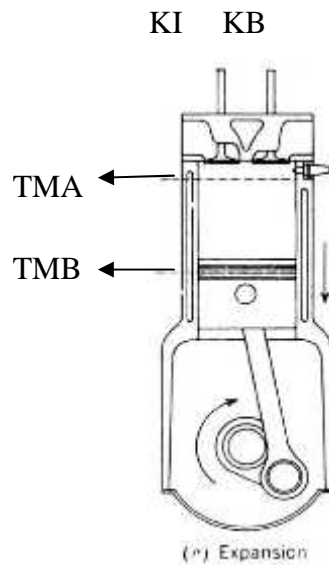


Gambar 2.6. Skema proses langkah kompresi motor 4 langkah
(Arismunandar, 1988)

Proses penjelasan:

Proses langkah kompresi adalah untuk meningkatkan suhu yang berada didalam ruang silinder sehingga campuran udara dan bahan bakar dapat tercampur dengan baik, pada proses ini bungan api sebagai sumber pemicu percikan api yang berasal dari busi.

c) Langkah kerja/ekspansi.

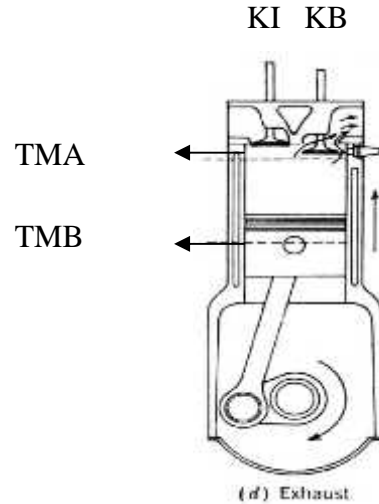


Gambar 2.7. Proses langkah kerja/ekspansi motor 4 langkah (Arismunandar, 1988)

Proses Penjelasan:

1. Katub masuk dan katub buang dalam ke adaan tertutup.
2. Gas yang terbakar dalam tekanan tinggi akan mengembang kemudian menekan piston turun ke bawah dari TMA ke TMB.
3. Tenaga ini kemudian disalurkan menggunakan batang penggerak, selanjutnya poros engkol bergerak secara berputar.

d) Langkah pembuangan.



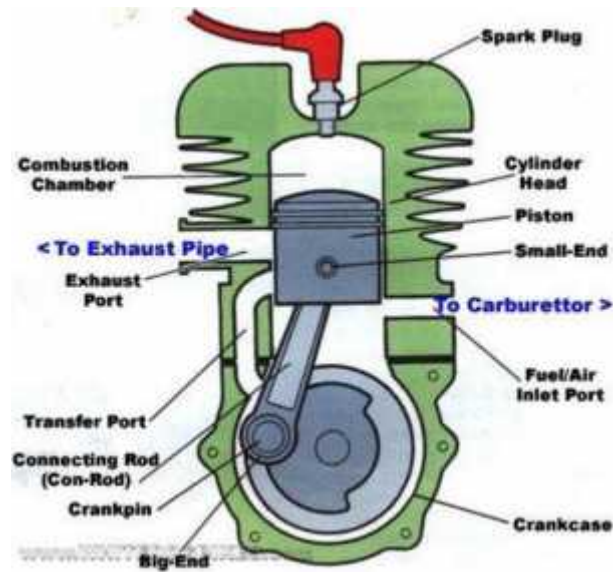
Gambar 2.8 Proses Langkah Buang motor 4 langkah (Arismunandar, 1988)

Proses penjelasan:

Langkah buang menjadi sangat penting untuk menghasilkan operasi kinerja mesin menjadi lebih lembut dan efisien. Piston bergerak mendorong gas sisa hasil pembakaran menuju ke katub buang, kemudian akan diteruskan keluar dengan menggunakan kenalpot agar tidak menimbulkan kebisingan. Proses ini harus dilakukan dengan baik dan total, agar tidak terdapat hasil sisa pembakaran yang tercampuran pada pembakaran gas baru yang dapat mengurangi potensial tenaga yang dihasilkan menurun.

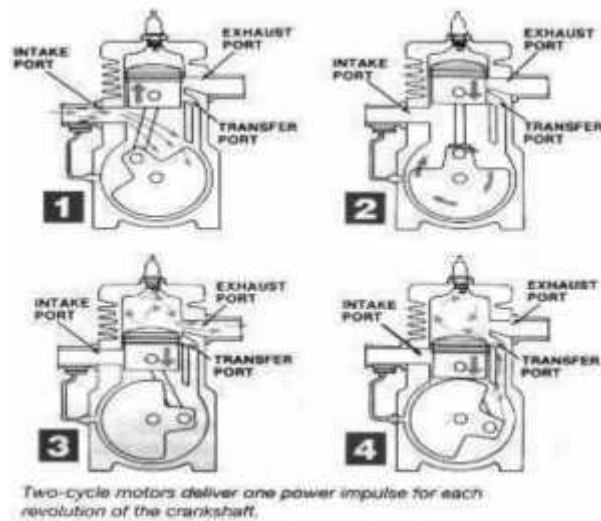
2.4. Motor Bakar 2 langkah

Motor dua langkah adalah motor bakar yang dalam satu proses pembakaran memerlukan 2 kali langkah kerja. Bahan bakar yang masuk kedalam ruang bakar dicampurkan dengan pelumas (oli samping) sebagai *fluida* pendingin pada saat proses pembakaran. Pada motor 2 tak proses kerja dilakukan dalam satu putaran poros engkol, pada saat motor sedang berjalan, proses usaha dilakukan berulang-ulang dengan urutan yang sama. Kemudian dimulai lagi proses pengisian dan pemrosesan yang baru.



Gambar 2.9 Kontruksi motor 2 tak (Arismunandar, 1988)

Pada motor 2 tak, gerakan torak (*piston*) menuju titik mati atas (TMA) disebut langkah kompresi dan ketika torak bergerak menuju titik mati bawah (TMB) disebut langkah usaha atau pengembangan (*ekspansi*). Pengisian udara baru dan pembuangan gas hasil pembakaran terjadi hampir bersamaan, yaitu ketika torak berada pada titik mati bawah (TMB). Pengisian bahan bakar baru dalam silinder terjadi ketika tekanan udara melebihi tekanan gas dalam silinder. Pada keadaan tersebut saluran pengisian dalam keadaan terbuka dan udara luar harus memiliki tekanan yang lebih tinggi dari tekanan *atmosfir*. Untuk lebih jelasnya dapat diketahui dari siklus kerja motor 2 tak.



Gambar 2.10.Siklus kerja motor 2 langkah (Arismunandar, 1988)

a. Langkah Pengisian

Torak bergerak dari TMA ke TMB. Pada saat saluran bila masih tertutup torak, di dalam bak mesin terjadi kompresi terhadap campuran bensin dengan udara. Di atas torak gas sisa pembakaran dari hasil pembakaran sebelumnya sudah mulai terbuang keluar melalui saluran buang. Saat saluran bilas sudah terbuka, campuran bensin dengan udara mengalir melalui saluran bilas terus masuk ke dalam ruang bakar. Proses pengisian berlangsung selama lubang hisap dalam keadaan terbuka.

b. Langkah Kompresi

Proses yang terjadi pada langkah kompresi ketika torak bergerak dari TMB ke TMA. Rongga bilas dan rongga buang tertutup, terjadi langkah kompresi dan setelah mencapai tekanan tinggi busi memercikan bunga api listrik untuk membakar campuran bensin dengan udara. Pada saat yang bersamaan, dibawah (di dalam bak mesin) bahan bakar yang baru masuk ke dalam bak mesin melalui saluran masuk.

c. Langkah kerja (*ekspansi*)

Proses yang terjadi pada langkah Kerja (*ekspansi*) ketika torak kembali dari TMA ke TMB akibat tekanan besar yang terjadi pada waktu pembakaran bahan bakar. Saat itu torak turun sambil mengkompresi bahan bakar baru di dalam bak mesin. Proses ini berakhir pada saat sebelum torak mencapai TMB, yakni ketika lubang buang terbuka.

d. Langkah Buang

Proses yang terjadi pada langkah buang ketika torak hampir mencapai TMB, saluran buang terbuka dan gas sisa pembakaran mengalir terbuang keluar. Pada saat yang sama bahan bakar baru masuk kedalam ruang bahan bakar melalui rongga bila terjadi pembilasan pada ruang engkol. Setelah mencapai TMB kembali, torak mencapai TMB untuk mengadakan langkah sebagai pengulangan dari yang dijelaskan sebelumnya (Arismunandar, 1988).

2.5. Sistem Pembakaran

Secara umum pembakaran didefinisikan sebagai reaksi kimia atau reaksi senyawa bahan bakar dengan oksigen. Mekanisme pembakaran sangat dipengaruhi oleh keadaan dari keseluruhan proses pembakaran, sehingga diketahui bahwa bensin mengandung unsur-unsur karbon dan hidrogen:

1. Hidrokarbon terbakar bersama-sama dengan oksigeen sebelum karbon bergabung dengan oksigen.
2. Karbon terbakar dahulu dari pada oksigen.
3. Senyawa hidrokarbon terlebih dahulu bergabung dengan oksigen dan membantu senyawa *hidroxilasi* yang kemudian dipecah secara *thermis* (Yaswaki, K, 1994).

Dalam pembakaran hidrokarbon tidak terjadi gejala apabila kondisinya memungkinkan untuk proses *hidroxilasi*, hal ini akan terjadi apabila campuran terdahulu (*premixture*) antara bahan bakar dan udara mempunyai waktu yang

cukup, sehingga memungkinkan masuknya oksigen masuk ke dalam senyawa hidrokarbon (Yaswaki, K, 1994)

Bila oksigen dan hidrokarbon ini tidak tercampur dengan baik, maka akan terjadi proses *cracking* dimana akan timbul asap, sisa pembakaran semacam tersebut maka pembakaran tidak normal.

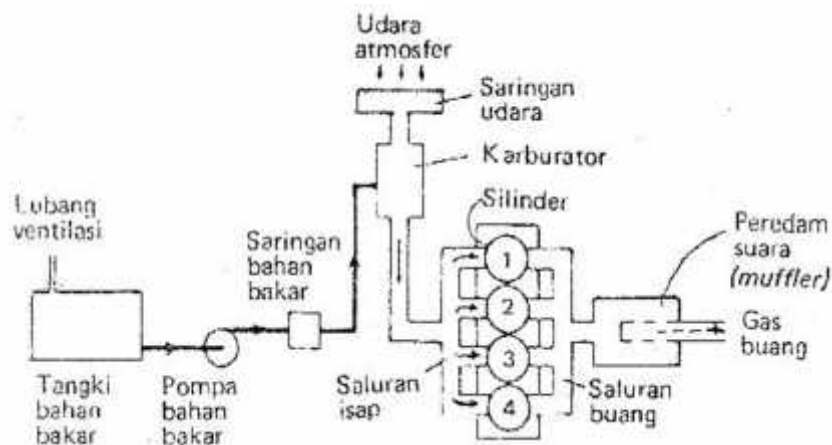
Ada 2 kemungkinan yang dapat terjadi pada pembakaran motor bensin :

1. Pembakaran normal, dimana pembakaran dapat terbakar secara sempurna dan menyeluruh pada saat dikehendakinya.
2. Pembakaran tidak normal, dimana pembakaran tidak terbakar menyeluruh di dalam ruang bakar sehingga dapat menghasilkan asap yang pekat pada saat yang dikehendakinya.

2.6. Sistem Pada Motor Bakar

2.6.1. Sistem Karburasi dan injeksi

Motor bensin merupakan jenis dari motor bakar, motor bensin kebanyakan dipakai sebagai kendaraan bermotor yang berdaya kecil seperti motor, mobil, pesawat terbang. Pada motor bensin selalu diharapkan bahan bakar dan udara itu dapat tercampur dengan baik sebelum dinyalakan oleh busi. Pada motor bakar sering memakai sistem bahan bakar menggunakan karburator. Pada Gambar 2.11 diterangkan skema sistem penyaluran bahan bakar.

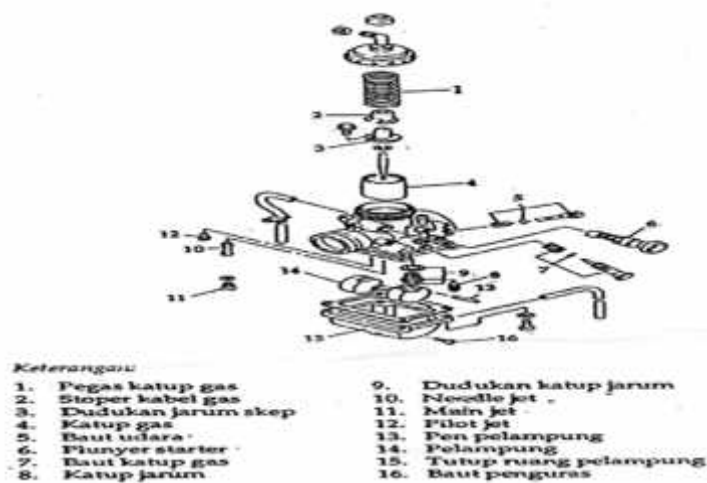


Gambar 2.11 Skema sistem penyaluran bahan bakar karburator (Arismunandar, 1988)

Pompa bahan bakar menyalurkan bahan bakar dari tangki bahan bakar kekarburator untuk memenuhi jumlah bahan bakar yang harus tersedia didalam karburasi. Pompa ini terutama dipakai apabila letak tangki lebih rendah dari pada letak karburator. Untuk membersihkan bahan bakar dari kotoran yang dapat mengganggu aliran atau menyumbat saluran bahan bakar, terutama di dalam karburator digunakan saringan atau *filter*. Sebelum masuk ke dalam saringan, udara mengalir melalui karburator yang mengatur pemasukan, pencampuran dan pengabutan bahan bakar ke dalam. Sehingga diperoleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang sesuai dengan keadaan beban dan kecepatan poros engkol. Penyempurnaan pencampuran bahan bakar udara tersebut berlangsung baik di dalam saluran isap maupun di dalam silinder sebelum campuran itu terbakar. Campuran itu haruslah homogen serta perbandingannya sama untuk setiap silinder, campuran yang kaya (*rich fuel*) diperlukan dalam keadaan tanpa beban, dan beban penuh sedangkan campuran yang miskin (*poor fuel*) diperlukan untuk operasi normal.

2.6.2.Sistem Karburator

Karburator merupakan bagian yang penting pada sepeda motor, hampir semua sepeda motor menggunakan karburator karena umumnya sepeda motor menggunakan bensin sebagai bahan bakarnya. Karena itu karburator yang baik harus mampu membuat gas yang sempurna dan sesuai dengan kebutuhan mesin pada setiap tingkat penggunaan dan kecepatan putaran mesin. Untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna dibutuhkan perbandingan bensin dan udara dalam pencampuran gas, menurut teoritis adalah 1:14 artinya 1 gram bensin harus dicampur dengan 15 gram udara. Apabila perbandingan campurannya lebih dari 1:14 maka biasanya dikatakan campuran miskin contoh 1:18. Apabila perbandingan campuran kurang dari 1:14 maka dikatakan campuran kaya contoh 1:12. Di dalam praktek pada umumnya digunakan campuran kaya, ini untuk mendapatkan daya mesin yang lebih besar (boros mesin) dan sebaliknya apabila menghendaki bahan bakar yang ekonomis maka bisa digunakan campuran miskin. Untuk campuran miskin ini biasa digunakan pada mesin 4 tak karena gerakan motor ini tak secepat kerja motor 2 tak.



Gambar 2.12. Kontruksi Karburator (Arismunandar, 1988)

Berikut ini adalah satu persatu bagian karburator beserta fungsinya, yaitu :

1. Klep atau jarum pelampung (*float valve*).
Klep atau jarum pelampung berfungsi untuk mengatur masuknya bahan bakar ke dalam mangkuk karburator.
2. Ruang pelampung (*float chamber*).
Ruang pelampung berfungsi sebagai tempat penampung sementara bensin yang akan dialirkan ke ruang bakar.
3. Pelampung (*float*).
Pelampung berfungsi untuk mengatur agar tetap posisi bahan bakar di dalam mangkuk karburator.
4. *Skep* atau katup gas (*throttle valve*).
Skep atau katup gas berfungsi untuk mengatur banyaknya gas yang masuk ke dalam silinder.
5. Pemancar jarum (*main nozzle/needle jet*).
Pemancar jarum berfungsi untuk memancarkan bahan bakar pada waktu tuas gas ditarik, besarnya diatur oleh terangkatnya jarum *skep*.
6. Jarum *skep* atau jarum gas (*needle jet*).
Jarum *skep* atau jarum gas berfungsi untuk mengatur semprotan bahan bakar dari nosel pada waktu tuas gas ditarik.
7. Pemancar besar (*main jet*).
Main jet berfungsi untuk menyuplai kebutuhan bahan bakar yang sesuai pada semua tingkat kecepatan mesin putaran tinggi. Hal ini dimungkinkan oleh perubahan posisi piston dan valve. Semakin tinggi posisi piston valve, maka semakin tinggi jarum *skep* terangkat, maka semakin besar celah antara main jet dengan jarum *skep* sehingga semakin banyak bahan bakar yang akan keluar dari ruang bahan bakar.
8. Pemancar kecil atau stasioner (*slow jet*).
Pemancar kecil atau stasioner berfungsi untuk memancarkan bahan bakar waktu putaran lambat atau stasioner. Pada kondisi ini piston valve dalam keadaan menutup rapat.
9. Skrup gas atau baut gas (*throttle screw*).
Skrup gas berfungsi untuk menyetel posisi *skep* sebelum tuas gas ditarik.

10. Skrup penyetelan gas (*stop screw*)

Skrup penyetelan gas berfungsi mengatur posisi pembukaan katup pada kedudukan terendah untuk menentukan putaran stasioner.

11. Skrup udara atau baut udara (*air screw*).

Skrup udara atau baut udara berfungsi untuk mengatur banyaknya udara yang akan dicampur dengan bahan bakar.

12. Katup cuk (*choke valve*).

Choke valve berfungsi untuk memperkaya campuran bahan bakar, terutama pada saat mesin dalam keadaan dingin. Untuk menghasilkan campuran yang kaya, pada saluran masuk dipasang sebuah piringan (*choke*) yang dapat menutup saluran melalui saluran utama. Pada saat *choke valve* ditutup, kevakuman yang terjadi disaluran udara masuk akan memaksa bahan bakar lebih banyak keluar dari ruang bahan bakar sehingga campuran menjadi kaya.

2.6.3. Perkembangan Sistem Bahan Bakar Injeksi

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

Penggunaan sistem bahan bakar injeksi pada sepeda motor komersil di Indonesia sudah mulai dikembangkan. Salah satu contohnya adalah pada salah satu tipe yang diproduksi 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 dilingkungannya.

2.6.4. 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 dibagian ujung intake *manifold* masuk sebelum *inlet valve* (katup/klep masuk). Pada saat *inlet valve* terbuka, yaitu pada langkah hisap, udara yang masuk ke ruang bakar sudah bercampur dengan bahan bakar.

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

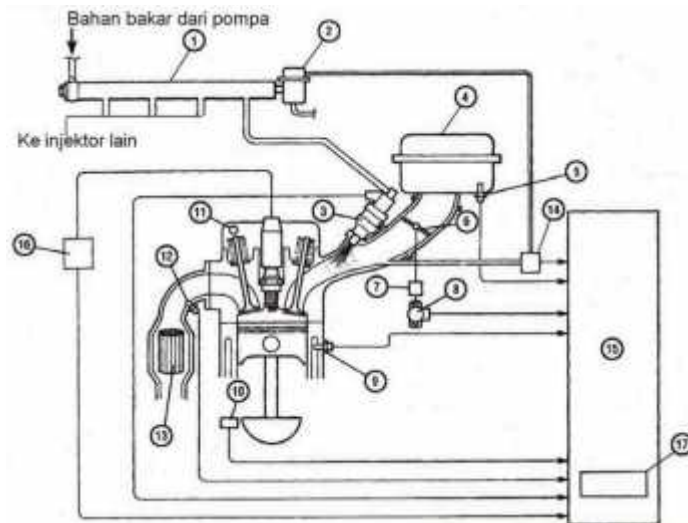
2.6.5. Konstruksi Dasar Sistem EFI

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*).
- c) sistem induksi/pemasukan udara (*air induction system*).

Ketiga sistem utama ini akan dibahas satu persatu dibawah 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 GTS 1000 dan penempatan komponen sistem EFI pada Honda Supra X 125.

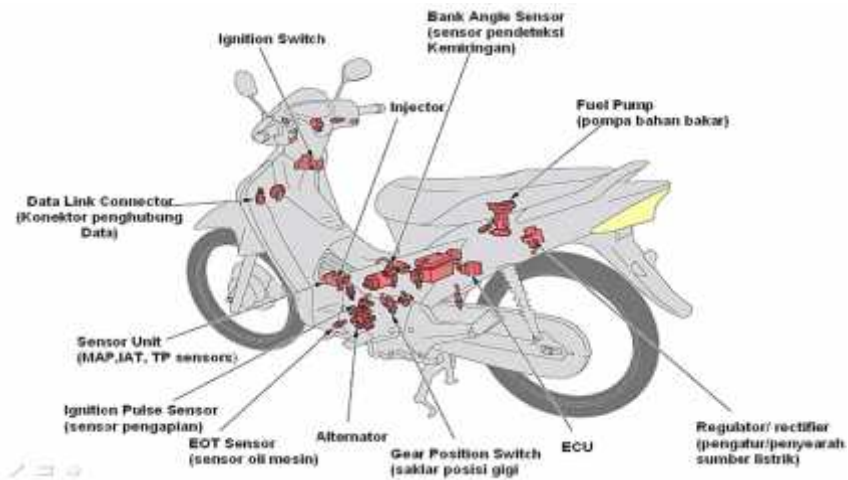


Gambar 2.13. Skema Rangkaian Sistem EFI Pada Yamaha GTS1000
(Arismunandar, 1998)

Keterangan gambar :

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 2.14. Penempatan Komponen Sistem EFI Honda Supra X 125 (Astra Honda Motor, 2014)

2.7. Bahan Bakar

Karakteristik paling utama yang diperlukan dalam bahan bakar bensin adalah sifat pembakarannya. Dalam pembakaran normal, campuran uap bensin dan udara harus terbakar seluruhnya secara teratur dalam suatu *front* nyala yang menjalar dengan rata dari busi pada mesin. Sifat pembakaran bensin biasanya diukur dengan angka oktan.

Angka oktan adalah kecenderungan bensin mengalami pembakaran tidak normal yang tampil sebagai ketukan oleh bensin. Semakin tinggi angka oktan ketukan. Maka angka oktan suatu bahan bakar dapat ditentukan dengan bantuan mesin *CFRE (Cooperative Fuel Research Engine)*, dimana bahan bakar dibandingkan dengan bahan bakar rujukan yang terbuat dari *n-heptana* (angka oktan 0) dan *iso-oktana* (angka oktan 100). Angka oktan bensin yang didefinisikan sama dengan presentase *iso-oktana* dalam bahan bakar rujukan yang memberikan intensitas yang sama pada mesin uji. Untuk mendapatkan bensin dengan angka oktan cukup tinggi, produsen bensin dapat menumpuh dengan beberapa cara antara lain:

- a. Menambah zat aditif peningkatan angka oktan seperti *timbal-tetra-etil(TEL)* dan *timbal-tetra-metil(TML)*. Namun penambahan zat-zat aditif ini mengakibatkan gas hasil pembakaran bensin dari kendaraan mengandung timbal yang pada konsentrasi tertentu dapat menimbulkan pencemaran dan dapat mengganggu kesehatan.
- b. Menggunakan komponen beroktan tinggi sebagai bahan campuran, misalnya alkohol atau *eter*. Bahan bakar bensin adalah pemurnian dari *naphta* yang komposisinya dapat digunakan untuk bahan bakar. *Naphta* adalah semua jenis minyak ringan (*light oil*) yang memiliki sifat antara bensin (*gasoline*) dan (*kerosin*).

Kata bensin berasal dari kata *benzena* (C_6H_6) bagian dari minyak bumi mentah yang berupa campuran bahan hidrokarbon. Bensin sangat mudah menguap kisaran pada suhu 40^0 C sebanyak 30-60 % kepadatan sekitar 700-750 kg/m, sifat mudah menguap mempunyai akibat bahwa setelah

dikabutkan menjadi tetesan-tetesan halus yang dapat disalurkan ke dalam silinder oleh aliran udara. Bensin yang ada dipasaran diberi tambahan atau kandungan aditif untuk memperbaiki sifat-sifat agar tidak mudah menggumpal bila disimpan jangka lama.

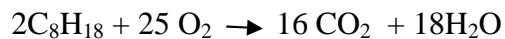
Bensin untuk motor-motor outomobile terdiri dari campuran fluida sebagai berikut:

- a. *Straight run Naphta* yaitu minyak bumi yang mendidih sampai suhu 400° F.
- b. *Reformed Naphta* diperoleh dengan cara pengolahan termis.
- c. Casing Head Gasoline diperoleh dari hasil proses distilasi kering gas alam (*natural gas*)

2.7.1. Premium

Premium berasal dari bensin yang merupakan salah satu fraksi dari penyulingan minyak bumi yang diberi tambahan zat aditif, yaitu *Terta Ethyl Lead (TEL)* premium mempunyai rumus empiris Ethyl Benzena (C_8H_{18}).

Premium adalah bahan bakar jenis disilat berwarna kuning akibat adanya zat pewarna tambahan. Premium umumnya digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin, seperti motor atau mobil dan lain-lain bahan bakar ini juga sering disebut motor *gasoline* atau *petrol* dengan angka oktan 88, dan mempunyai titik didih $30^{\circ}C-200^{\circ}C$. Ada pun rumus kimia untuk pembakaran pada bensin premium adalah sebagai berikut:



Pembakaran diatas diasumsikan semua bensin terbakar dengan sempurna. Spesifikasi bahan bakar bensin yaitu:

1. Bensin (*gasoline*) C_8H_{18} .
2. Berat jenis bensin $0,65-0,75 \text{ kg/m}^3$.
3. Pada suhu 40° C bensin menguap 30-60%.
4. Pada suhu 100° C bensin menguap 80-90%.

Bensin premium mempunyai sifat anti ketukan yang baik dan dapat dipakai pada mesin kompresi tinggi pada saat semua kondisi. Sifat-sifat penting yang diperhatikan pada bahan bakar bensin adalah:

1. Kecepatan menguap (*volatility*).
2. Kualitas pengetukan (kecenderungan berdetonasi).
3. Kadar belerang.
4. Titik beku.
5. Titik nyala.
6. Berat jenis.

Tabel 2.1 Spesifikasi Premium

No	Sifat	Batasan	
		Min	Max
1	Angka oktan riset	88	
2	Kandungan pb (gr/lit)		0,03
3	DESTILASI		
	-10% VOL.penguapan (°C)		74
	-50% VOL.penguapan (°C)	88	125
	-90% VOL.penguapan (°C)		180
	-Titik didih akhir (°C)		205
	-Residu (% vol)		2
4	Tekanan Uap Reid pada 37,8 °C (psi)		9,0
5	Getah purawa (mg/100ml)		4
6	Periode induksi (menit)	240	
7	Kandungan Belerang (% massa)		0,02
8	Korosi bilah tembaga (3jam/50°C)		No.1
9	Uji doktor atau alternative belerang mercapatan (% masa)		0,00
10	Warna	Kuning	

(Keputusan Dirjen Migas No. 3674 K/24/DJM/2002)

2.8. Angka Oktan

Angka oktan pada bensin adalah suatu bilangan yang menunjukkan sifat anti ketukan/berdetonasi. Dengan kata lain, makin tinggi angka oktan maka semakin berkurang kemungkinan untuk terjadi detonasi (*knocing*). Dengan berkurangnya intensitas untuk berdetonasi, maka campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh torak menjadi lebih baik sehingga tenaga motor akan lebih besar dan pemakaian bahan bakar menjadi lebih hemat.

Besar angka oktan bahan bakar tergantung pada persentase *iso-oktan* (C_8H_{18}) dan *normal heptana* (C_7H_{16}) yang terkandung di dalamnya. Bensin yang cenderung ke arah sifat *heptana normal* disebut bernilai oktan rendah, karena mudah berdetonasi, sebaiknya bahan bakar yang lebih cenderung ke arah sifat *iso-oktan* (lebih sukar berdetonasi) dikatakan bernilai oktan tinggi. Misalnya, suatu bensin dengan angka oktan 90 akan lebih sukar berdetonasi dari pada dengan bensin beroktan 70. Jadi kecenderungan bensin untuk berdetonasi dinilai dari angka oktannya, *iso-oktan* murni diberi indeks 100, sedangkan *heptana normal* murni diberi indeks 0. Dengan demikian, suatu bensin dengan angka oktan 90 berarti bahwa bensin tersebut mempunyai kecenderungan berdetonasi sama dengan campuran yang terdiri atas 90% volume *iso-oktan* dan 10% volume *heptana normal*.

Tabel 2.4. Angka Oktan Untuk Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	Angka Oktan
Bensin	88
Pertamax	92
Pertamax Plus	95
Pertamax Racing	100
Bensol	100

(www. Pertamina.co.id)

2.9. Kestabilan Kimia dan Kebersihan Bahan Bakar

Kestabilan kimia dan bahan bakar sangat penting berkaitan dengan kebersihan bahan bakar yang selanjutnya berpengaruh terhadap sistem pembakaran dan sistem saluran. Pada temperatur tinggi, seiring terjadi *polimer* yang berupa endapan-endapan *gum*. Endapa *gum* (getah) ini berpengaruh terhadap sistem saluran baik terhadap sistem saluran masuk maupun sistem saluran buang katup bahan bakar.

2.10. Efisiensi Bahan Bakar dan Efisiensi Panas

Nilai kalor (panas) bahan bakar harus perlu diketahui, agar panas dari motor dapat dibuat efisiensi atau tidak terjadi kenerja motor menjadi menurun. Ditinjau atas dasar nilai kalor bahan bakarnya, nilai kalor mempunyai hubungan dengan berat jenis. Pada umumnya makin tinggi berat jenis maka makin rendah nilai kalornya, maka pembakaran dapat berlangsung dengan sempurna, tetapi dapat juga tidak sempurna pembakaran.

Pembakaran yang kuran sempurna dapat mengakibatkan sebagai berikut:

- a. Kerugian panas dalam motor menjadi besar, sehingga efisiensi motor menjadi menurun, usaha dari motor menjadi turun dan penggunaan bahan bakar menjadi tidak tetap.
- b. Sisa pembakaran dapat menyebabkan pegas-pegas melekat pada piston pada alurnya, sehingga tidak berfungsi lagi sebagai pegas torak.
- c. Sisa pembakaran dapat melekat pada lubang pembuangan antara katup dan dudukanya, terutama pada katup buang sehingga katup tidak dapat menutup dengan baik.
- d. Sisa pembakaran dapat menjadi kerak dan melekat dapat bagian dinding piston sehingga dapat menghalangi sistem pelumasan, dan dapat menyebabkan silinder atau dinding silinder mudah aus.

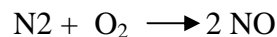
Efisiensi bahan bakar dan efisiensi panas sangat menentukan bagi efisiensi motor itu sendiri. Masing-masing motor mempunyai efisiensi yang berbeda-beda.

2.11. Emisi Gas Buang

Pada pengujian emisi gas buang yang dilakukan pada jenis mesin 4-langkah dan mesin 2-langkah, terutama pada pengujian ini yang harus dikendalikan adalah oksida. Yang dimana nitrogen (NO_x), karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan partikel – partikel padat lainnya. Ada dua metode umumnya untuk mengukur jumlah polutan tersebut adalah emisi spesifik (SE) dan indeks emisi (EI). Emisi tertentu biasanya memiliki unit gm/Kw-jam, sedangkan untuk indeks memiliki satuan emisi bahan bakar aliran / aliran.

1. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen oksida (NO_x) dihasilkan dari proses pembakaran pada suhu tinggi yang berbahan bakar gas, minyak, batu bara. Reaksi kimia secara umumnya adalah sebagai berikut:



Kandungan nitrogen oksida (NO_x) yang tinggi dapat menyebabkan pencemaran udara dan dampak negatif terhadap kesehatan. NO_x terbentuk dari reaksi oksigen dengan nitrogen yang terdapat di udara maupun dari bahan bakar akibat suhu pembakaran yang tinggi. NO_x juga merupakan komponen pembentuk *photochemical smoke* yang merupakan campuran gas NO, NO₂, dan PAN (*Peroksi asetil nitral*) hasil reaksi berantai N₂, O₂ dan HC dengan sinar matahari yang sebagai sumber kesetabilannya. Gas NO turut berperan terhadap rusaknya lapisan ozon dan hujan asam. Adapun pengaruh terbentuknya *photochemical smoke* ini adalah :

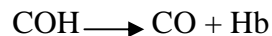
- a. mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan makhluk hidup lainnya.
- b. Menimbulkan iritasi dan kerusakan pada mata, apabila konsentrasinya rendah (0,1 ppm).
- c. Menimbulkan gangguan sistem pernafasan manusia, apabila konsentrasinya tinggi (70 ppm).

Pemerintah Indonesia telah menetapkan baku mutu udara emisi untuk NO_x sebesar 1,7 g/Nm dan untuk CO sebesar 1 g/Nm. Peraturan yang sudah

ditetapkan ini bertujuan untuk mengurangi dampak bahaya gas beracun yang dapat mengganggu kesehatan maupun ekosistem lingkungan.

2. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida merupakan hasil reaksi dari antara karbon dan oksigen pada proses pembakaran yang tidak sempurna sedangkan CO₂ merupakan hasil reaksi antara karbon oleh oksigen yang terbakar secara sempurna. Gas CO (karbon monoksida) merupakan gas yang terbakar secara sempurna. Gas CO (karbon monoksida) merupakan gas beracun yang dapat mengakibatkan rasa sakit pada bagian mata (perih), gangguan pernafasan, dan gangguan pada sistem paru – paru apabila gas CO terhirup dalam jumlah yang tinggi melalui sistem pernafasan maka gas CO akan bereaksi dengan Hb (*haemoglobin*) dalam darah, sehingga terjadi reaksi COHb (*karbonsihemoglobin*) yaitu :



Pada reaksi ini ikatan CO lebih kuat dari pada ikatan oksigen sehingga terjadi keracunan gejala – gejala yang timbul keracunan biasanya yang dirasakan pusing, mual, dan lemas. Apabila dalam kadar yang tinggi menghirup gas CO dapat mengakibatkan kematian. Pada reaksi yang normal, seharusnya Hb bereaksi dengan oksigen sehingga dapat membentuk reaksi sebagai berikut :



3. Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon (HC) merupakan senyawa hidrokarbon yang tidak terbakar secara sempurna di dalam ruang bakar. Efisiensi pembakaran dapat mempengaruhi dalam pembentukan gas HC. Reaksi pembakaran yang tidak sempurna ini disebabkan campuran udara dan bahan bakar yang tidak homogen, selain itu juga disebabkan oleh rendahnya rasio udara bahan bakar (A/F). HC merupakan komponen dari senyawa organik yang volatile (VOC) jika kandungannya tinggi di udara dapat menyebabkan pencemaran lingkungan

yang dapat menyebabkan gangguan sistem penglihatan manusia (Tarmuji, hal. 33-35, 2007).

2.12. *Dynamometer*

Dalam dunia otomotif *dynamometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur torsi, rpm, dan *power* yang dihasilkan sebuah mesin sehingga tidak diperlurlukan test jalan, jenis dinamo antara lain:

a. *Engine dyno*

Mesin yang akan diukur parameter dinaikan ke mesin dyno tersebut, pada dyno jenis ini tenaga yang terukur merupakan hasil dari putaran mesin murni.

b. *Chassis dyno*

Roda motor diletakan diatas *drum dyno* yang dapat berputar. Pada jenis ini kinerja mesin yang di dapat merupakan *power* sesungguhnya yang dikeluarkan mesin karena sudah dikurangi segala macam faktor gesek yang bisa mencapai 30% selisihnya jika dibandingkan dengan *engine dyno*.

2.13. **Perhitungan Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar spesifik (SFC)**

Torsi adalah indikator baik dari ketersediaan mesin untuk kerja. Torsi didefinisikan sebagai daya yang bekerja pada jarak momen dan apabila dihubungkan dengan kerja dapat ditunjukkan dengan persamaan (Heywood, 1988).

$$T = F \times L \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :

T = Torsi (N.m)

F = Gaya yang terukur pada *Dynamometer* (kgf)

L = x = Panjang langkah pada *Dynamometer* (m)

Daya adalah besar usaha yang dihasilkan oleh mesin tiap satuan waktu, didefinisikan sebagai laju kerja mesin, ditunjukkan oleh persamaan (Heywood, 1988).

$$P = \frac{2 \pi n T}{6000} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan :

P = Daya (kW).

n = Putaran mesin (rpm).

T = Torsi (N.m).

Dalam hal ini daya secara normal diukur dalam kW, tetapi HP masih digunakan juga, Dimana:

$$1 \text{ HP} = 0,7457 \text{ kW.}$$

$$1 \text{ kW} = 1,341 \text{ HP.}$$

Konsumsi bahan bakar spesifik adalah pemakaian bahan bakar yang terpakai per jam untuk setiap daya yang dihasilkan pada motor bakar. Konsumsi bahan bakar spesifik didefinisikan dengan persamaan (Arismunandar, 2002).

$$SFC = \frac{m_f}{P} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan:

m_f = Laju aliran bahan bakar masuk mesin.

$$m_f = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \rho_{bb} \text{ (kg/jam).}$$

b = Volume buret (cc).

t = Waktu (S).

ρ_{bb} = Massa jenis bahan bakar (bensin: 0,74 kg/l).

P = Daya (kW).