

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Umum Motor Bakar

Motor bakar adalah pesawat yang menggunakan energi termal untuk melakukan kerja mekanik, yaitu dengan cara merubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi panas dan selanjutnya mengubahnya menjadi kerja mekanik. Energi termal diperoleh dari pembakaran bahan bakar pada mesin itu sendiri, jika ditinjau dari cara memperoleh energi termal ini (proses pembakaran bahan bakar), maka motor bakar dapat dibagi menjadi 2 golongan yaitu: motor pembakaran luar dan motor pembakaran dalam.

a. Motor pembakaran luar

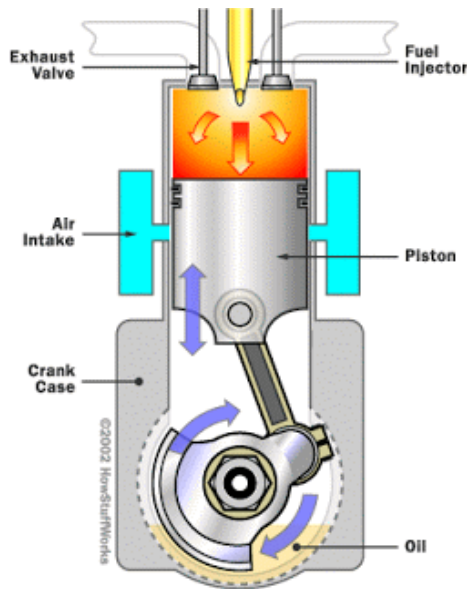
Pada motor pembakaran luar ini, proses pembakaran bahan bakar terjadi di luar mesin itu, sehingga untuk melaksanakan pembakaran digunakan mesin tersendiri. Panas dari hasil pembakaran bahan bakar tidak langsung diubah menjadi tenaga gerak, tetapi terlebih dulu melalui media penghantar, baru kemudian diubah menjadi tenaga mekanik. Misalnya pada ketel uap dan turbin uap.

b. Motor pembakaran dalam

Pada motor pembakaran dalam, proses pembakaran bahan bakar terjadi di dalam mesin itu sendiri, sehingga panas dari hasil pembakaran langsung

bisa diubah menjadi tenaga mekanik. Misalnya : pada turbin gas, motor bakar torak dan mesin propulsi pancar gas.

2.2 Prinsip Kerja Motor Bensin



Gambar 2.1 Mekanisme torak¹

Pada motor bensin, bahan bakar yang digunakan adalah premium, pertalite dan gas. Energi ini selanjutnya digunakan untuk melakukan gerakan mekanik. Prinsip kerja motor bensin, secara sederhana dapat dijelaskan sebagai berikut : campuran udara dan bensin dari karburator diisap masuk ke dalam silinder, dimampatkan oleh gerak naik torak, dibakar untuk memperoleh tenaga panas, yang mana dengan terbakarnya gas-gas akan mempertinggi suhu dan tekanan. Torak akan bergerak turun naik di dalam silinder dan menerima tekanan tinggi akibat pembakaran, maka suatu tenaga kerja pada torak memungkinkan torak terdorong ke bawah. Batang torak dan poros engkol digunakan untuk merubah gerakan turun

¹ Gambar 2.1, Situs Resmi Teknik Kendaraan Ringan SMK Negeri 1 Losarang, diakses dari <http://oto.smkn1losarang.sch.id/?cat=1>, pada tanggal 11 Juli 2018 pukul 19.00

naik menjadi gerakan putar, torak akan menggerakkan batang torak dan yang mana ini akan memutar poros engkol. Gas sisa pembakaran dibuang dan penyediaan campuran udara bensin pada saat-saat yang tepat untuk menjaga agar torak dapat bergerak secara periodik dan melakukan kerja tetap.

Kerja periodik di dalam silinder dimulai dari pemasukan campuran udara dan bensin ke dalam silinder, sampai pada kompresi, pembakaran dan pengeluaran gas-gas sisa pembakaran dari dalam silinder inilah yang disebut dengan “siklus mesin”. Pada motor bensin terdapat dua macam tipe yaitu: motor bakar 4 tak dan motor bakar 2 tak. Pada motor 4 tak, untuk melakukan satu siklus memerlukan 4 gerakan torak atau dua kali putaran poros engkol, sedangkan pada motor 2 tak, untuk melakukan satu siklus hanya memerlukan 2 gerakan torak atau satu putaran poros engkol.

2.3 Klasifikasi Motor

2.3.1 Menurut Bahan Bakarnya

Klasifikasi motor menurut bahan bakarnya dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

- a. Mesin Bensin
- b. Mesin Diesel

2.3.2 Menurut Jumlah Langkahnya

Klasifikasi motor menurut jumlah langkahnya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu motor 2 tak dan motor 4 tak :

- a. Motor Bensin 2 Langkah

Mesin dua tak adalah mesin pembakaran dalam yang dalam satu siklus pembakaran terjadi dua langkah piston, berbeda dengan motor empat-tak yang mempunyai empat langkah piston dalam satu siklus pembakarannya, meskipun keempat proses (intake, kompresi, tenaga, pembuangan) juga terjadi. Untuk memahami prinsip kerja, perlu dimengerti istilah baku yang berlaku dalam teknik otomotif, yaitu: Ruang bilas adalah ruangan dibawah piston dimana terdapat poros engkol (crankshaft), sering disebut dengan bak engkol (crankcase) berfungsi gas hasil campuran udara, bahan bakar dan pelumas bisa tercampur lebih merata. Pembilasan (scavenging) adalah proses pengeluaran gas hasil pembakaran dan proses pemasukan gas untuk pembakaran dalam ruang bakar



Gambar 2.2 Proses kerja motor bensin 2 langkah²

Torak bergerak dari TMB ke TMA, saluran masuk terbuka dan campuran bahan bakar dan udara masuk ke ruang engkol. Sementara

² Gambar 2.2, FastInlow.net, diakses dari <http://fastnlow.net/cara-kerja-mesin-2-tak-dan-4-tak/>, pada tanggal 11 Juli 2018 pukul 19.00

itu di atas torak langkah kompresi sehingga menghasilkan suhu dan tekanan yang tinggi dan mengakibatkan torak terdorong ke TMB. Pada saat torak menuju TMB, torak menutup saluran masuk dan memperkecil ruang engkol. Hal ini mengakibatkan campuran bahan bakar dan udara bergerak ke atas torak melalui saluran bilas. Pada saat torak sampai TMB, saluran bilas dan saluran buang terbuka sehingga campuran bensin dan udara dari ruang engkol masuk ke ruang bakar.

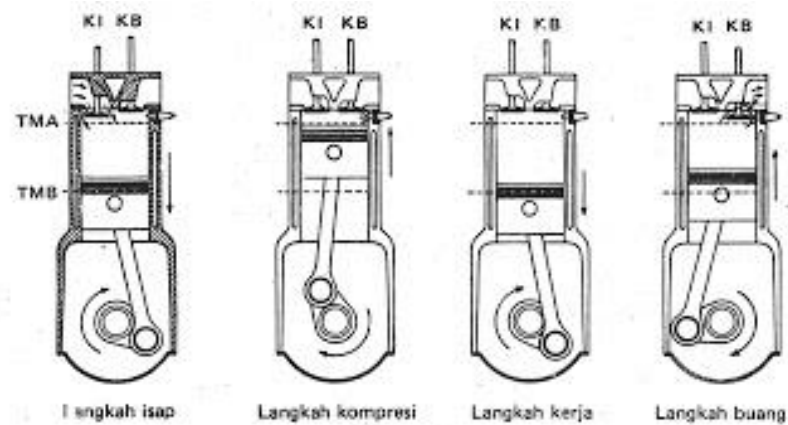
Karakteristik motor bensin 2 langkah :

- Kontruksi lebih sederhana dan biaya pembuatan lebih murah
- Pembuangan gas kurang sempurna
- Dengan ukuran langkah torak dan kecepatan yang sama akan menghasilkan daya yang lebih besar.
- Akselerasi lebih baik bila dibandingkan dengna motor 4 langkah.

b. Motor Bensin 4 Langkah

Motor bakar empat langkah adalah mesin pembakaran dalam, yang dalam satu kali siklus pembakaran akan mengalami empat langkah [piston](#). Sekarang ini, mesin pembakaran dalam pada mobil, sepeda motor, truk, pesawat terbang, kapal, alat berat dan sebagainya, umumnya menggunakan siklus empat langkah. Empat langkah tersebut meliputi langkah hisap (pemasukan), kompresi, tenaga dan langkah buang. Yang secara keseluruhan memerlukan

dua putaran poros engkol (*crankshaft*) per satu siklus pada [mesin bensin](#) atau [mesin diesel](#).



Gambar 2.3 Proses Kerja Motor Bensin 4 Langkah³

1) Langkah Isap

Langkah isap terjadi pada saat torak bergerak dari TMA ke TMB, dimana katup masuk terbuka dan katup buang tertutup, sehingga campuran udara dan bahan bakar masuk ke dalam silinder karena terjadi selisih tekanan antara tekanan udara luar dengan tekanan didalam silinder.

2) Langkah Kompresi

Piston bergerak dari TMB ke TMA, posisi katup masuk dan keluar tertutup, mengakibatkan udara atau gas dalam ruang bakar terkompresi. Beberapa saat sebelum piston sampai

³ Gambar 2.3, Sandi Dwi Nur Saputra, Prinsip Kerja Motor Bensin, diakses dari <http://sandydwi05.blogspot.com/2014/11/langkah-kerja-motor-bahan-bakar-bensin.html>, pada tanggal 11 Juli 2018 pukul 19.00

pada posisi TMA, waktu penyalaan (*timing ignition*) terjadi (pada mesin bensin berupa nyala busi sedangkan pada mesin diesel berupa semprotan (suntikan) bahan bakar).

3) Langkah Pembakaran

Proses pembakaran terjadi $6^{\circ} - 10^{\circ}$ sebelum torak mencapai TMA busi memercikan bunga api sehingga terjadilah pembakaran.

4) Langkah Ekspansi

Hasil proses pembakaran terjadi tekanan yang sangat tinggi yang mendorong torak bergerak dari TMA ke TMB untuk melakukan usaha. Pada langkah ini posisi kedua katup tertutup.

5) Langkah Pembuangan

Piston bergerak dari TMB ke TMA, posisi katup masuk tertutup dan katup keluar terbuka, mendorong sisa gas pembakaran menuju ke katup keluar yang sedang terbuka untuk diteruskan ke [lubang pembuangan](#).

Karakteristik motor bensin 4 langkah :

- Pemakaian bahan bakar lebih hemat bila dibandingkan dengan motor 2 tak.

- Kontruksinya dari motor bensin 4 langkah lebih rumit dari pada motor bensin 2 langkah dan pembuangan gas bekas lebih sempurna.

2.4 Keuntungan Motor Bensin

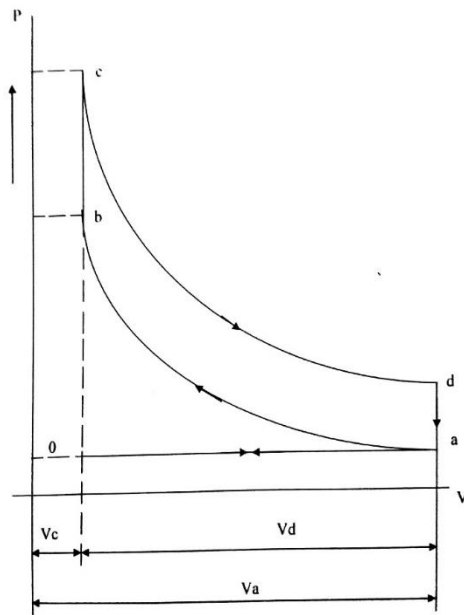
Motor Bensin memiliki beberapa keuntungan daripada mesin diesel di antaranya :

- a. Hasil pembakaran atau kompresi sangat bersih
- b. Hasil kompresi tidak mengeluarkan asap.
- c. Tekanan kompresi yang dibutuhkan lebih kecil.
- d. Kontruksi mesin lebih kecil dan tidak perlu sekokoh mesin diesel.
- e. Berat mesin lebih ringan.
- f. Getaran yang dihasilkan lebih kecil dengan suara yang halus.
- g. Tidak memerlukan baterai terlalu besar pada saat start.
- h. Kontruksi ruang bakar lebih sederhana.

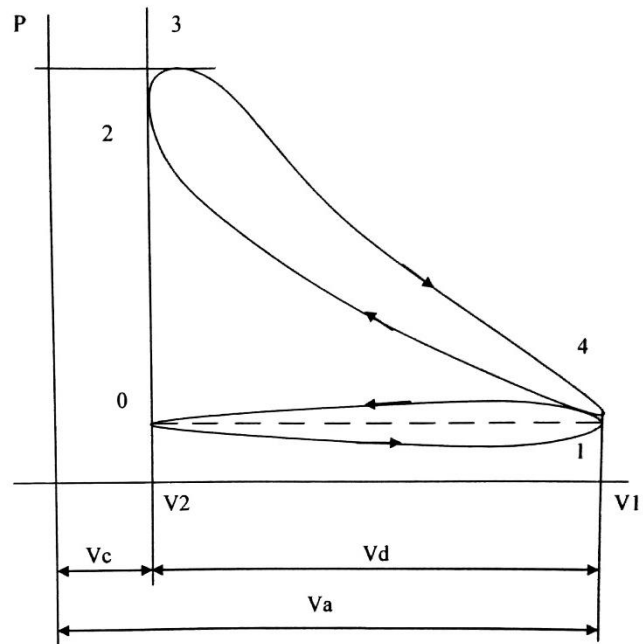
2.5 Proses Siklus Ideal Motor Bensin 4 Langkah

Proses pada motor bensin 4 langkah berdasarkan proses kerja motor adalah suatu keadaan gas di dalam silinder motor dimulai dari pemasukan campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder dan diakhiri dengan pembuangan gas hasil pembakaran. Di dalam silinder hasil pembakaran yang berupa panas diubah menjadi usaha. Oleh karena volume dan tekanan di dalam silinder besarnya tidak sama, maka keadaan di dalam silinder itu dapat digambarkan dalam bentuk diagram P-V. Diagram P-V yaitu garis-garis yang menunjukkan antara tekanan dan volume.

2.5.1 Diagram P-V Motor Bensin 4 Langkah



Gambar 2.4 Diagram P-V Teoritis Motor Bensin 4 Langkah



Gambar 2.5 Diagram P-V Sebenarnya Motor Bensin 4 Langkah

0 – 1 : Langkah Hisap

Pada langkah torak bergerak dari TMA ke TMB katup masuk terbuka, campuran bahan bakar dan udara masuk ke dalam silinder. Tekanan didalam silinder lebih kecil (kurang dari 1 atm) dari pada tekanan udara luar. Garis langkah hisap dapat dilihat pada diagram diatas. Penurunan tekanan ini bergantung pada kecepatan aliran. Pada motor yang tidak menggunakan supercharge tekanan terletak berkisar 0,85-0,9 atm terhadap tekanan udara luar.

1 – 2 : Langkah Kompresi

Dalam proses ini kompresi berjalan secara politropis

2 – 3 : Proses Pembakaran

Pembakaran terjadi pada volume meningkat sehingga tekanan dan temperatur naik.

3 – 4 : Langkah Kerja

Pada langkah ini terjadi pada proses politropis karena cepatnya gerak torak sehingga dianggap tidak ada panas yang keluar maupun masuk.

1 – 0 : Langkah Pembuangan

Pada saat langkah buang torak bergerak dari TMB ke TMA katup buang terbuka, katup isap tertutup sehingga gas bekas dari hasil sisa pembakaran akan terdorong melalui katup buang.

2.6 Performa Mesin

Kemampuan mesin motor bakar untuk merubah energi yang masuk yaitu bahan bakar sehingga menghasilkan daya berguna disebut kemampuan mesin atau performa mesin. Pada motor bakar tidak mungkin mengubah semua energi bahan bakar menjadi daya berguna. Dari gambar terlihat daya berguna bagiannya hanya 25% yang artinya mesin hanya mampu menghasilkan 25% daya berguna yang bisa dipakai sebagai penggerak dari 100% bahan bakar. Energi yang lainnya dipakai untuk menggerakkan asesoris atau peralatan bantu, kerugian gesekan dan sebagian terbuang ke lingkungan sebagai panas gas buang dan melalui air pendingin, jika digambar dengan hukum termodinamika kedua maka tidak mungkin membuat sebuah mesin yang mengubah semua panas atau energi yang masuk menjadi kerja.



Gambar 2.6 Keseimbangan Energi Pada Motor Bakar⁴

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi daya dan torsi motor atau kemampuan motor. Beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain volume silinder, perbandingan kompresi, efisiensi volumetrik, dan kualitas bahan bakar.

2.7 EFI (*Electronic Fuel Injection*)

EFI (Elektronik Fuel Injection) adalah suatu sistem penyemprotan bahan bakar yang dalam kerjanya dikontrol oleh ECU (Engine Control Unit) agar didapatkan nilai campuran udara dan bahan bakar sesuai dengan kebutuhan motor bakar, sehingga didapatkan daya motor yang optimal dengan pemakaian bahan bakar yang minimal serta mempunyai gas buang yang ramah lingkungan.

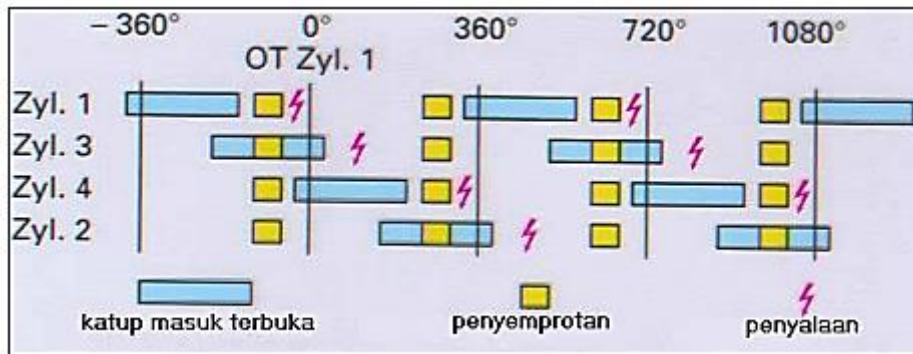
Sistem EFI menentukan jumlah bahan bakar yang optimal disesuaikan dengan jumlah dan temperatur udara yang masuk, kecepatan mesin, temperatur mesin, posisi throttle valve, pengembunan oksigen, didalam exhaust manifold, dll. ECU (Engine Control Unit) mengatur jumlah bahan bakar untuk dikirim ke mesin pada saat penginjeksian dengan perbandingan udara dan bahan bakar yang optimal berdasarkan kepada karakteristik kerja mesin. Sistem EFI menjamin perbandingan yang ideal dan efisiensi bahan bakar.

2.7.1 Penggolongan Sistem EFI Menurut Ritme Penyemprotan Bahan Bakar

a) Penyemprotan Secara Simultan

⁴ Gambar 2.6, Taufiqur Rokhman, Menghitung Torsi dan Daya Mesin pada Motor Bakar, diakses dari <https://taufiqurrokhman.wordpress.com/2012/01/27/menghitung-torsi-dan-daya-mesin-pada-motor-bakar/>, pada tanggal 11 Juli 2018, pukul 20.00

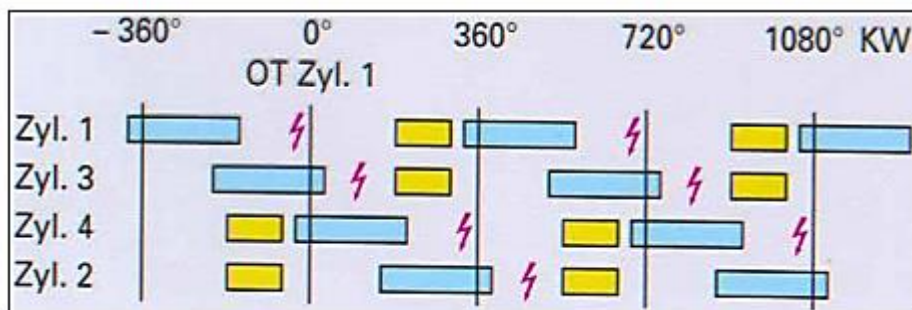
Penyemprotan secara Simultan adalah model ritme penyemprotan secara serentak pada semua silinder, penyemprotan terjadi serentak di semua silinder setiap 1 putaran poros engkol (360 derajat poros engkol).



Gambar 2.7 Skema Penyemprotan Simultan

b) Penyemprotan Secara Grouping

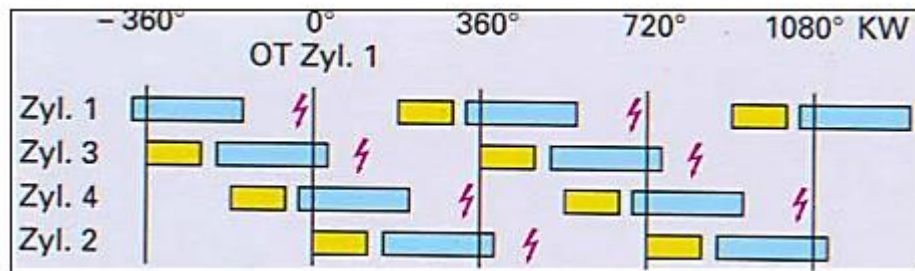
Penyemprotan secara Grouping adalah model ritme penyemprotan secara serentak pada group silinder, penyemprotan terjadi serentak di group silinder setiap 2 putaran poros engkol (720 derajat poros engkol).



Gambar 2.8 Skema Penyemprotan Grouping

c) Penyemprotan Secara Squential (Sesuai FO)

Penyemprotan Secara Squential adalah model ritme penyemprotan secara individu pada setiap silinder, penyemprotan terjadi di masing masing silinder setiap 2 putaran poros engkol (720 derajat poros engkol).

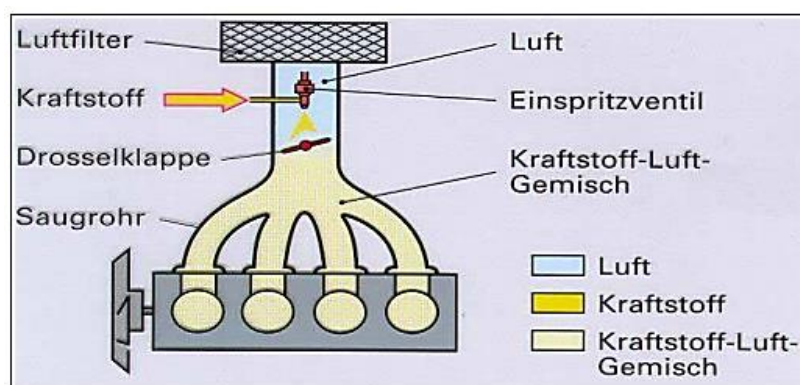


Gambar 2.9 Skema Penyemprotan Squential

2.7.2 Penggolongan EFI Menurut Penyemprotan Bahan Bakar

a) Model *Single Point Injection*

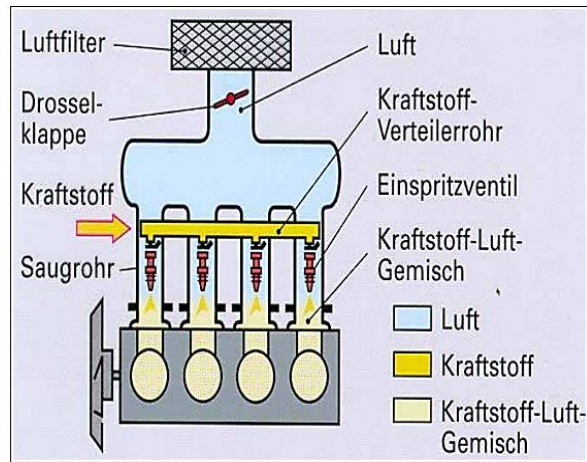
Pengertian *Single Point Injection* adalah Penyemprotan dilakukan oleh satu Injektor untuk melayani semua silinder



Gambar 2.10 Skema Penyemprotan *Single Point Injection*

b) Model *Multy Point Injection*

Pengertian Model Multy Point Injektion adalah Penyemprotan dilakukan oleh satu Injektor untuk setiap silinder, tipe ini digunakan pada Toyota Great Corolla 1600cc.

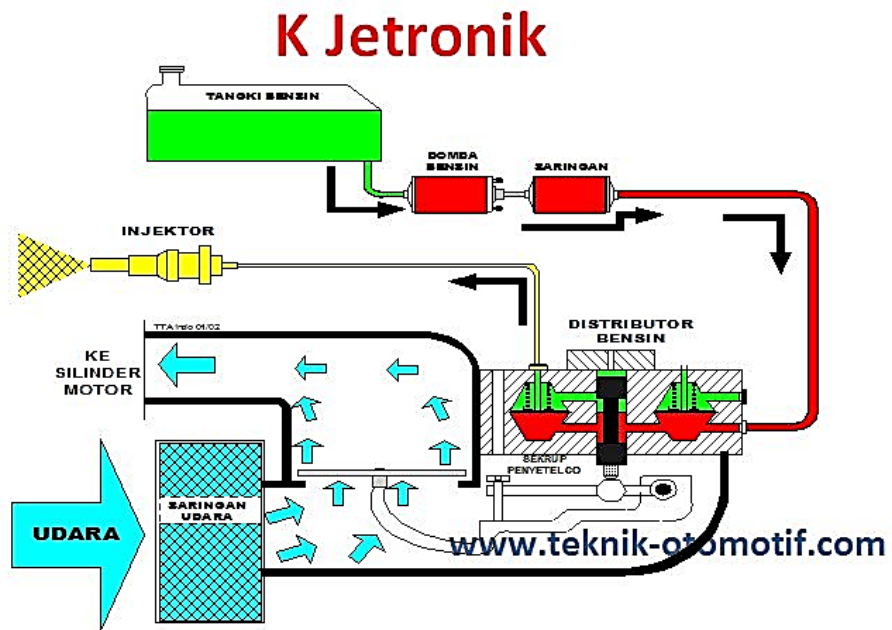


Gambar 2.11 Skema Penyemprotan *Multy Point Injection*

2.7.3 Penggolongan EFI Menurut Kontruksi Sistem Kontrolnya

a) Tipe KE-JETRONIK

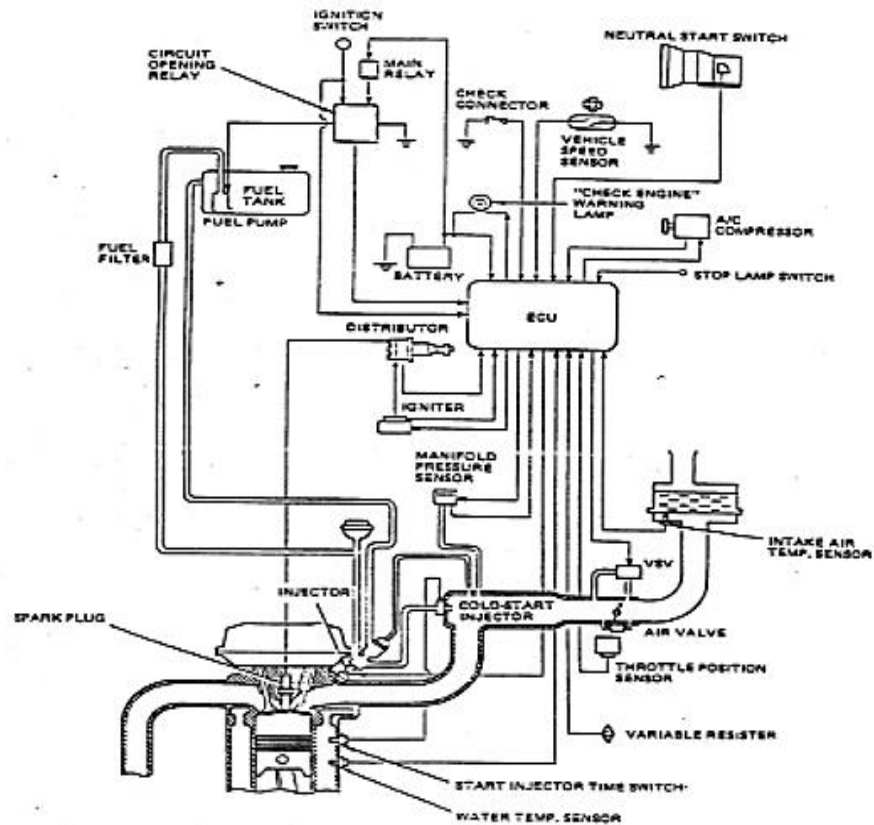
Adalah Sistem Injeksi Bensin Elektronik yang penyemprotan bahan bakarnya masih kontinyu.



Gambar 2.12 Skema KE-JETRONIK

b) Tipe L / D JETRONIK

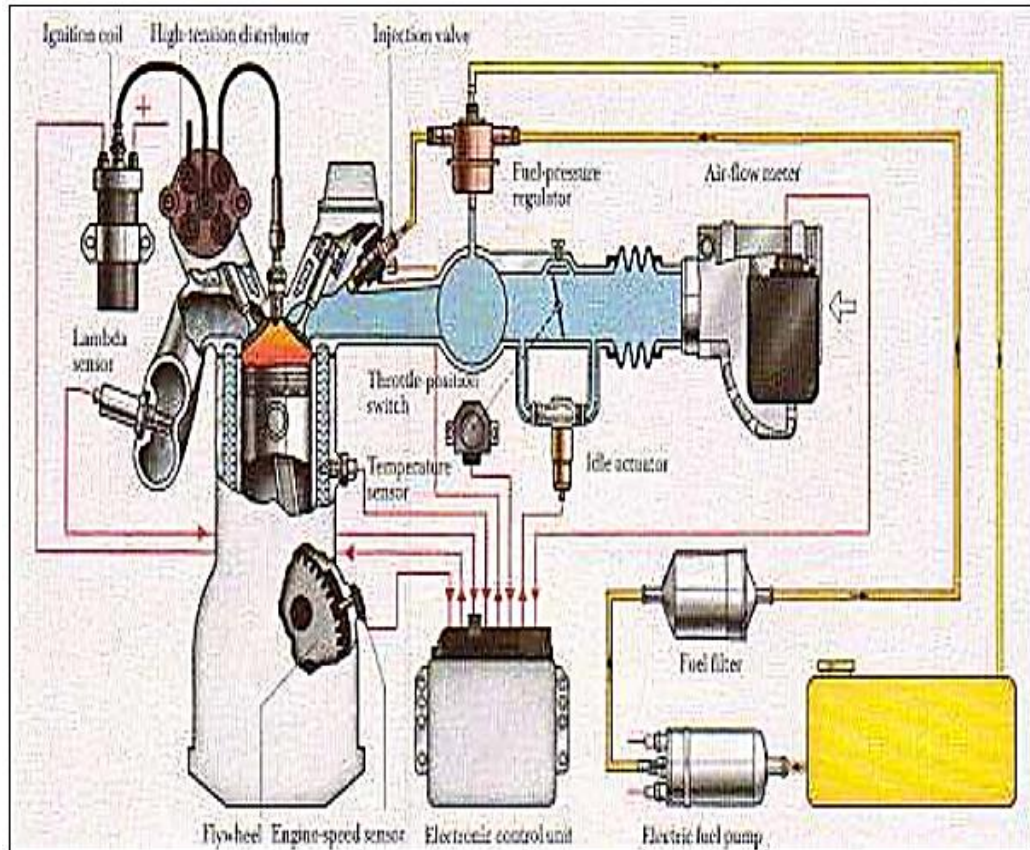
Adalah Sistem Injeksi Bensin Elektronik yang ritme penyemprotan bahan bakarnya diatur secara elektronik.



Gambar 2.13 Skema L / D JETRONIK

c) Mototronik (*Engine Management*)

Adalah sistem injeksi bensin elektronik dan sistem pengapian elektronik yang sistem kontrolnya menjadi satu, dengan sistem ini bahan bakar diinjeksikan langsung ke dalam silinder dan tidak ke intake manifold.



Gambar 2.14 Skema Mototronik

2.8 Daya Mesin

Daya mesin menjelaskan besarnya output kerja yang berhubungan dengan waktu, atau rata-rata kerja yang dihasilkan. Daya sebagai hasil dari kerja, atau dengan kata lain daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu mesin itu beroperasi. Daya yang dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder disebut dengan daya indikator. Daya tersebut diteruskan pada torak yang bekerja bolak-balik di dalam silinder mesin. Jadi di dalam silinder mesin, terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak.

Untuk menghitung besarnya daya motor 4 langkah digunakan rumus :

$$P = \frac{2 \pi n T}{44760} (\text{hp})^5$$

Dimana :

P = Daya (hp)

n = Putaran mesin (rpm)

T = Torsi mesin (Nm)

Dari rumus di atas daya motor dapat diketahui besarnya setelah diketahui berapabesar torsi (T) dan putaran mesin (n) yang dihasilkan oleh motor itu.

2.9 Torsi Mesin

Besarnya torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Piston bergerak menghasilkan gaya F yang memutar engkol dimana panjang engkol sebesar b, sehingga torsi dapat ditentukan dengan rumus :

$$T = w \times b (\text{N.m})^6$$

⁵ Niel Hanum, Menghitung Daya Motor, diakses dari <https://www.scribd.com/doc/214760898/Menghitung-Daya-Motor#>, pada tanggal 12 Juli 2018 pukul 19.00

⁶ Taufiqur Rokhman, Menghitung Torsi dan Daya Mesin pada Motor Bakar, <https://taufiqurrokhman.wordpress.com/2012/01/27/menghitung-torsi-dan-daya-mesin-pada-motor-bakar/>, diakses pada tanggal 12 Juli 2018 pukul 19.00

Dimana :

$w = \text{beban (N)}$

$F = \text{ gaya radial dari benda yang berputar (N)}$

$b = \text{jari-jari engkol (m)}$

dimana w adalah berat atau beban, berbeda dengan massa (m) dengan satuan kilogram (kg), adapun beban adalah gaya berat dengan satuan N yang diturunkan dari $w = mg$

2.10 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah suatu materi apapun yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses [pembakaran \(reaksi redoks\)](#) di mana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan [oksigen](#) di udara. Proses lain untuk melepaskan energi dari bahan bakar adalah melalui [reaksi eksotermal](#) dan reaksi nuklir (seperti [Fisi nuklir](#) atau [Fusi nuklir](#)). [Hidrokarbon](#) (termasuk di dalamnya [bensin](#) dan [solar](#)) sejauh ini merupakan jenis bahan bakar yang paling sering digunakan manusia. Bahan bakar lainnya yang bisa dipakai adalah logam radioaktif. Berdasarkan bentuk dan wujud nya bahan bakar dibagi menjadi tiga jenis yaitu :

1) Bahan Bakar Padat

Bahan bakar padat merupakan bahan bakar berbentuk padat, dan kebanyakan menjadi sumber energi panas. Misalnya kayu dan batubara.

Energi panas yang dihasilkan bisa digunakan untuk memanaskan air menjadi uap untuk menggerakkan peralatan dan menyediakan energi.

2) Bahan Bakar Cair

Bahan bakar cair adalah bahan bakar yang strukturnya tidak rapat, jika dibandingkan dengan bahan bakar padat molekulnya dapat bergerak bebas. Bensin/gasolin/premium, minyak solar, minyak tanah adalah contoh bahan bakar cair. Bahan bakar cair yang biasa dipakai dalam industri, transportasi maupun rumah tangga adalah fraksi minyak bumi. Minyak bumi adalah campuran berbagai hidrokarbon yang termasuk dalam kelompok senyawa: parafin, naphtena, olefin, dan aromatik. Kelompok senyawa ini berbeda dari yang lain dalam kandungan hidrogennya. Minyak mentah, jika disuling akan menghasilkan beberapa macam fraksi, seperti: bensin atau premium, kerosen atau minyak tanah, minyak solar, minyak bakar, dan lain-lain. Setiap minyak petroleum mentah mengandung keempat kelompok senyawa tersebut, tetapi perbandingannya berbeda. Bahan bakar cair ada 4 macam yaitu :

a) Premium



Premium adalah [bahan bakar minyak](#) jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih. Premium merupakan BBM untuk

⁷ Rido Manik, "Sekilas Mengenai Bensin Premium", diakses dari <http://ridomanik.blogspot.com/2013/07/sekilas-mengenai-bensin-premium.html>, pada tanggal 12 Juli 2018 pukul 20.00

[kendaraan bermotor](#) yang paling populer di [Indonesia](#). Premium di Indonesia dipasarkan oleh [Pertamina](#) dengan harga yang relatif murah karena memperoleh subsidi dari [APBN](#). Premium merupakan BBM dengan [oktan](#) atau *Research Octane Number (RON)* terendah di antara BBM untuk kendaraan bermotor lainnya, yakni hanya [88](#). Pada umumnya, Premium digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin [bensin](#), seperti: [mobil](#), [sepeda motor](#), motor tempel, dan lain-lain. Bahan bakar ini sering juga disebut motor *gasoline* atau [petrol](#).

Tabel 2.1 Karakteristik Premium

1	Teknologi	Penggunaan premium dalam mesin berkompresi tinggi akan menyebabkan knocking. Premium di dalam mesin kendaraan akan terbakar dan meledak tidak sesuai gerakan piston. Knocking menyebabkan tenaga mesin berkurang sehingga terjadi pemborosan atau inefisiensi. Kandungan RON dalam premium adalah RON 88.
2	Ekonomi	Knocking berkepanjangan mengakibatkan kerusakan pada piston sehingga komponen tersebut lebih cepat diganti, dibanderol dengan harga paling murah (di Subsidi oleh Pemerrintah)
3	Polusi yang dihasilkan	Menghasilkan NOx dan Cox dalam jumlah besar. (Gas ini dihasilkan dari reaksi pembakaran dalam mesin yang nantinya dilepaskan ke udara sebagai polusi udara)
4	Pembuatan	Produk premium lebih banyak komponen lokal, dalam pembuatannya menggunakan tambahan pewarna (dye). Memiliki kandungan sulfur maksimal 0,15 persen m/m atau setara dengan 1600 ppm.
5	Wujud	Berwarna kuning bening

b) Pertalite

Pertalite diluncurkan pada tanggal 24 Juli 2015, merupakan bahan bakar [gasoline](#) yang memiliki angka oktan 90 serta berwarna hijau terang dan jernih ini sangat tepat digunakan oleh kendaraan dengan kompresi 9:1 hingga 10:1. Bahan bakar Pertalite memiliki angka oktan yang lebih tinggi daripada bahan bakar [Premium](#) 88, sehingga lebih tepat digunakan untuk kendaraan bermesin [bensin](#) yang saat ini beredar di Indonesia.

Tabel 2.2 Karakteristik Pertalite

1	Teknologi	Pembakaran pertalite lebih sempurna jika dibandingkan dengan premium karena memiliki RON 90.
2	Ekonomi	Dibanderol dengan harga lebih murah dari pertamax dan lebih mahal dari premium, namun lebih bagus untuk mesin (dibanding Premium), BBM jenis Pertalite tidak disubsidi oleh pemerintah sehingga harganya mengikuti harga internasional.
3	Polusi yang dihasilkan	Menghasilkan NOx dan Cox dalam jumlah sedikit. (Gas ini dihasilkan dari reaksi pembakaran dalam mesin yang nantinya dilepaskan ke udara sebagai polusi udara)
4	Pembuatan	Memiliki kandungan sulfur maksimal 0.05% m/m atau setara dengan 500 ppm.
5	Wujud	Berwarna hijau terang

c) Pertamax

Pertamax adalah [bahan bakar minyak](#) andalan [Pertamina](#). Pertamax, seperti halnya [Premium](#), adalah produk BBM dari

pengolahan [minyak bumi](#). Pertamax dihasilkan dengan penambahan [zat aditif](#) dalam proses pengolahannya di [kilang minyak](#). Pertamax pertama kali diluncurkan pada tanggal [10 Desember 1999](#) sebagai pengganti Premix 1994 dan Super TT 1998 karena unsur [MTBE](#) yang berbahaya bagi [lingkungan](#). Selain itu, Pertamax memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan [Premium](#). Pertamax direkomendasikan untuk kendaraan yang memiliki kompresi 9,1-10,1, terutama yang telah menggunakan [teknologi](#) setara dengan *Electronic Fuel Injection (EFI)* dan *catalytic converters* (pengubah katalitik).

Tabel 2.3 Karakteristik Peralite

1	Teknologi	Pertamax dapat menerima tekanan pada mesin berkompresi tinggi sehingga dapat bekerja dengan optimal pada gerakan piston. Hasilnya, tenaga mesin yang menggunakan pertamax lebih maksimal. Pembakaran pada Pertamax Lebih sempurna ketimbang Premium dan Peralite karena memiliki kadar RON 92.
2	Ekonomi	BBM jenis Pertamax tidak disubsidi oleh pemerintah sehingga harganya mengikuti harga internasional.
3	Polusi yang dihasilkan	Menghasilkan NOx dan Cox dalam jumlah yang sangat sedikit.
4	Pembuatan	Memiliki Ethanol sebagai peningkat bilangan oktannya.
5	Wujud	Berwarna biru kehijauan

d) Pertamax Plus

Pertamax Plus adalah [bahan bakar minyak](#) produksi [Pertamina](#). Pertamax Plus, seperti halnya [Pertamax](#) dan [Premium](#), adalah produk BBM dari pengolahan [minyak bumi](#), dihasilkan dengan penambahan zat [aditif](#) dalam proses pengolahannya di [kilang minyak](#).

Pertamax Plus merupakan bahan bakar yang sudah memenuhi standar performa *International World Wide Fuel Charter* (IWWFC). Pertamax Plus adalah bahan bakar untuk kendaraan yang memiliki rasio kompresi 10,1-11,1, serta menggunakan teknologi *Electronic Fuel Injection* (EFI), *Variable Valve Timing Intelligent* (VVTI), (VTI), *Turbochargers*, dan *catalytic converters*.

Tabel 2.4 Karakteristik pertamax plus

1	Teknologi	Pembakaran Paling sempurna karena memiliki RON 95, Pertamax plus bisa menerima tekanan pada mesin berkompresi tinggi sehingga dapat bekerja dengan optimal pada gerakan piston, Pertamax Plus dapat membersihkan timbunan deposit pada fuel injector, inlet valve, dan ruang bakar, timbunan ini dapat menurunkan performa mesin kendaraan, Pertamax Plus juga dapat melarutkan air di dalam tangki mobil sehingga dapat mencegah karat dan korosi pada saluran dan tangki bahan bakar.
2	Ekonomi	BBM jenis Pertamax tidak disubsidi oleh pemerintah sehingga harganya mengikuti harga internasional
3	Polusi yang dihasilkan	Menghasilkan NOx dan COx paling sedikit dibandingkan jenis BBM lain.

4	Pembuatan	Memiliki Toluene sebagai peningkat bilangan oktannya.
5	Wujud	Berwarna merah

3) Bahan Bakar Gas

Bahan bakar gas ada dua jenis, yakni Compressed Natural Gas ([CNG](#)) dan Liquid Petroleum Gas ([LPG](#)). CNG pada dasarnya terdiri dari metana sedangkan LPG adalah campuran dari propana, butana dan bahan kimia lainnya. LPG yang digunakan untuk kompor rumah tangga, sama bahannya dengan Bahan Bakar Gas yang biasa digunakan untuk sebagian kendaraan bermotor.

2.11 Bilangan Oktan

Oktan adalah angka yang menunjukkan tingkat ketukan (knocking) yang ditimbulkan bensin terhadap mesin saat terjadi pembakaran. Ketukan terjadi ketika bahan bakar terbakar prematur di mesin, menyebabkan suara khas yang menyerupai ketukan. Ketukan pada mesin akan menyebabkan kerusakan dan membuat mesin tidak beroperasi secara efisien. Itu sebab, agar bekerja efisien mesin membutuhkan oktan tertentu yang direkomendasikan. Angka oktan diperoleh dengan menguji bahan bakar dalam keadaan terkontrol. Angka oktan memiliki dua versi yaitu research octane number (RON) dan motor octane number (MON).

Angka-angka ini diperoleh setelah bensin melalui pengujian dalam situasi yang berbeda, dengan MON lebih menekankan pada performa mesin untuk melihat bagaimana bahan bakar berperilaku pada berbagai situasi. Angka oktan yang

terdapat di pompa bensin seringkali mencerminkan nilai rata-rata antara RON dan MON. Angka oktan dikalibrasi untuk membentuk skala. Dua bahan kimia, heptana dan iso-oktana, dijadikan standar pada skala, dengan heptana memiliki nilai 0 dan iso-oktana memiliki nilai 100. Ketika bahan bakar diuji dalam sebuah mesin, kinerjanya dibandingkan dengan campuran heptana dan iso-oktana untuk melihat perpaduan paling sesuai. Jika campuran meliputi 20% heptana dan 80% iso-oktana, misalnya, maka bahan bakar tersebut memiliki angka oktan 80.

Angka oktan dapat disesuaikan dengan menambahkan aditif untuk menaikkan nilainya. Meskipun iso-oktana memiliki skala 100, tetap dimungkinkan untuk membuat bahan bakar dengan oktan di atas 100. Bahan bakar kinerja tinggi sering memiliki nomor oktan sangat tinggi, seperti bahan bakar roket yang memiliki angka oktan lebih dari 100. Semakin tinggi angka oktan, semakin besar tekanan yang dibutuhkan bahan bakar untuk terbakar. Jika bahan bakar oktan rendah digunakan di mesin yang dirancang untuk oktan tinggi, bahan bakar bisa meledak atau menyebabkan ketukan hebat yang bisa merusak mesin. Agar awet, pemilik kendaraan harus menggunakan bahan bakar dengan oktan sesuai yang direkomendasikan.

Nilai oktan semakin tinggi suatu bahan bakar maka karakteristik bahan bakar tersebut semakin baik. Angka oktan bahan bakar yang semakin tinggi dikhususkan untuk mesin dengan kompresi yang tinggi juga. Bahan bakar yang ada di Indonesia terdapat berbagai variasi nilai oktan sesuai kebutuhan kendaraan yang digunakan. Berikut ini adalah tabel nilai-nilai oktan dari jenis bahan bakar beserta rasio kompresinya:

Tabel 2.1 Nilai – nilai Oktan Dari Jenis Bahan Bakar Beserta Rasio Kompresi

Nilai Oktan Pada Bahan Bakar di Indonesia		
Jenis BBM	Nilai Oktan	Rasio Kompresi
Premium	88	7:1 – 9:1
Pertamax	92	9:1 – 10:1
Pertamax Plus	95	10:1 – 11:1

2.12 Emisi Gas Buang

Emisi gas buang merupakan sisa hasil pembakaran mesin kendaraan baik itu kendaraan berroda, perahu/kapal dan pesawat terbang, yang didalam nya mengandung senyawa HC, CO, CO₂, O₂ dan senyawa NO_x. Biasanya emisi gas buang ini terjadi karena pembakaran yang tidak sempurna dari sistem pembuangan dan pembakaran mesin serta lepasnya partikel-partikel karena kurang tercukupinya oksigen dalam proses pembakaran tersebut. Senyawa – senyawa yang terkandung dalam gas buang sisa pembakaran adalah sebagai berikut :

2.12.1 Hidro Karbon (HC)

Senyawa Hidro karbon (HC), terjadi karena bahan bakar belum terbakar tetapi sudah terbang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar. Senyawa hidro karbon (HC) dibedakan menjadi dua yaitu bahan bakar yang tidak terbakar sehingga keluar menjadi gas mentah, serta bahan bakar yang terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang. Senyawa HC akan berdampak terasa pedih di mata, mengakibatkan tenggorokan sakit, penyakit paru-paru dan kanker.

2.12.2 Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO), tercipta dari bahan bakar yang terbakar sebagian akibat pembakaran yang tidak sempurna ataupun karena campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya (kurangnya udara). CO yang dikeluarkan dari sisa hasil pembakaran banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin, untuk mengurangi CO perbandingan campuran ini harus dibuat kurus, tetapi cara ini mempunyai efek samping yang lain, yaitu NO_x akan lebih mudah timbul dan tenaga yang dihasilkan mesin akan berkurang. CO sangat berbahaya karena tidak berwarna maupun berbau, mengakibatkan pusing, mual.

2.12.3 Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen Oksida (NO_x), merupakan emisi gas buang yang dihasilkan akibat suhu kerja yang tinggi. Udara yang digunakan untuk pembakaran sebenarnya mengandung unsur Nitrogen 80%. Senyawa HC, CO, dan NO_x merupakan gas beracun yang terdapat dalam gas bekas kendaraan, sedangkan gas bekas kendaraan sendiri umumnya terdiri dari gas yang tidak beracun seperti N₂ (Nitrogen), CO₂ (gas karbon) dan H₂O (uap air). Komposisi dari gas buang kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin adalah 72% N₂, 18,1% CO₂, 8,2% H₂O, 1,2% Gas Argon (gas mulia), 1,1% O₂, dan 1,1% gas beracun yang terdiri dari 0,13% NO_x, 0,09% HC, dan 0,9% CO. Gas buang yang beracun merupakan sebagian kecil dari volume gas bekas kendaraan bermotor yang menyebabkan polusi udara.

