

UPAYA PENGENDALIAN PENCEMARAN UDARA MELALUI PENGEMBANGAN TEKNOLOGI MOTOR BENSIN DAN EMS

**Disampaikan oleh
Sutiman
Dosen Teknik Otomotif FT UNY**

A. Pendahuluan

Pencemaran udara merupakan masalah yang memerlukan perhatian khusus, khususnya untuk daerah-daerah kota besar. Pencemaran udara yang ada dapat berasal dari asap kendaraan bermotor, asap pabrik ataupun partikel-partikel yang lain. Saat ini mulai dilakukan upaya pemantauan pencemaran udara. Dari hasil pemantauan tersebut diketahui ada beberapa parameter yang cukup memprihatinkan, diantaranya: debu (partikulat), Sulfur Dioksida (SO_2), Oksida nitrogen (NO_x), Carbon dioksida (CO) dan hidrokarbon (HC). Pencemar lainnya adalah timbal (Pb) yang dikandung dalam bensin (Premium). Keberadaan timbal (Pb) di udara dapat membahayakan bagi kesehatan manusia.

Pencemaran udara akan terus berlangsung sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi. Dengan semakin berkembangnya kehidupan ekonomi, masyarakat akan semakin banyak menggunakan bahan-bahan berteknologi tinggi yang dapat menimbulkan pencemaran udara seperti motor dan mobil. Hal ini memberikan kontribusi besar dalam menurunkan kualitas udara yang dapat mengganggu kenyamanan, kesehatan dan bahkan keseimbangan iklim global.

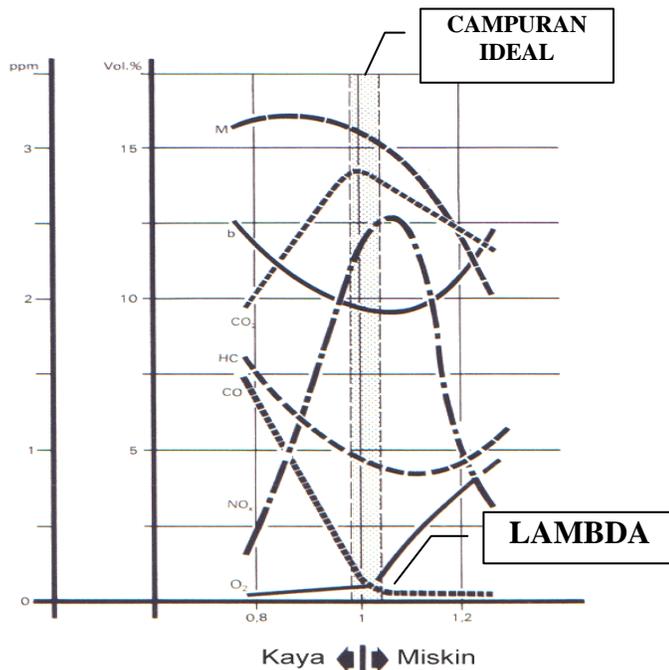
Hasil penelitian Bapedal (1992) di beberapa kota besar (Jakarta, Bandung, Semarang, Surabaya) menunjukkan bahwa kendaraan bermotor merupakan sumber utama pencemaran udara. Hal ini dapat dilihat dari persentase cemar CO sebesar 98,8%, NO_x sebesar 73,4% dan HC sebesar 88,9%, Pb sebesar 100% yang semuanya berasal dari hasil pembakaran kendaraan bermotor. Untuk mengantisipasi hal ini, pemerintah mengeluarkan kebijakan melalui Kepmen LH no 35 tahun 1993 tentang Baku Mutu Emisi kendaraan bermotor. Pemerintah Daerah juga merespon situasi ini

seperti contoh keluarnya SK Gubernur DKI Jakarta no 1041 tahun 2000 dengan batasan yang lebih rendah.

B. Emisi Gas Buang

Emisi gas buang memang tidak dapat dihilangkan sekaligus, mengingat kebutuhan masyarakat akan transportasi yang semakin tinggi. Alternatif yang muncul dapat berupa penggunaan kendaraan yang bebas polusi dengan penggerak listrik, ataupun dengan memperbaiki ataupun menciptakan system yang lebih ramah lingkungan. Oleh karena itu, sebagai sumber penghasil emisi, kendaraan yang memperoleh tenaga dari hasil pembakaran didalam silinder telah mendapatkan sentuhan teknologi tinggi baik dari penggunaan bahan bakar, mekanisme kerja maupun system kerja yang lebih efektif dan efisien.

Disamping untuk memenuhi tuntutan pemakai kendaraan dan sebagai bentuk kepedulian terhadap lingkungan, produksi kendaraan mengacu pada beberapa kriteria produk yang umum digunakan adalah : 1) Hemat bahan bakar, 2) Rendah emisi, 3) Performa tinggi / maksimal, 4) Tingkat kebisingan yang cukup rendah, 5) Kualitas kenyamanan yang semakin baik, dll.



Indikasi nilai λ pada mesin 4 tak dalam kondisi idling normal:	
Mesin Karburator	0,950–1,050
Mesin EFI	→ 0,970–1,030
Mesin EFI dengan katalitis	0,980–1,020

Dari kriteria diatas nampak bahwa upaya penghematan bahan bakar dan rendah emisi merupakan bagian dari program pengembangan produksi kendaraan. Secara teoritis, kedua aspek ini terkait erat seperti dapat dilihat pada grafik diatas.

Grafik di atas menggambarkan hubungan antara nilai λ dengan gas buang yang dihasilkan mesin (diasumsikan mesin dalam kondisi normal dengan kecepatan konstan). Seperti terlihat pada grafik, konsentrasi emisi CO dan HC menurun pada saat NO_x meningkat seiring dengan perbandingan udara dan bahan bakar (Air Fuel Ratio / AFR) yang semakin kurus. Sebaliknya, ketika campuran kaya, NO_x menurun tetapi CO dan HC meningkat.

Grafik konsumsi bahan bakar (b) mencapai titik terendah pada posisi λ beberapa titik di atas 1. Pada posisi itu pula didapatkan nilai NO_x yang tinggi meskipun CO dan HC pada titik rendah dan pembakaran terjadi mendekati sempurna, CO_2 maksimum.

Jika menginginkan kondisi pembakaran dengan tenaga maksimum, λ harus dibuat lebih rendah dari nilai 1, kira-kira 0,90. Namun, didapatkan konsekuensi bahwa konsumsi dan emisi CO dan HC akan meningkat tinggi. Adapun deskripsi gas buang yang dihasilkan mesin bensin adalah ;

1. Karbon Monoksida (CO; Carbon Monoxide)

Emisi CO tidak beraroma dan tidak berwarna, namun sangat beracun. Gas ini terbentuk dari gabungan karbon dan oksigen yang tidak mencukupi untuk membentuk karbon dioksida (CO_2). CO akan dihasilkan pada saat terjadi pembakaran yang diakibatkan oleh kurangnya oksigen pada proses pembakaran (campuran bensin dan udara kaya). Emisi CO diukur dalam satuan % volume. Rata-rata emisi CO pada mesin 4 tak dalam kondisi normal : 1,5–3,5% untuk mesin dengan karburator , 0,5–1,5% pada mesin dengan system injeksi (EFI) dan 0,0–0,2% pada mesin EFI dengan Catalis. Pada umumnya, emisi CO yang berlebihan diakibatkan oleh hal hal sebagai berikut:

- a. Setelan putaran idle diluar spesifikasi (terlalu rendah)
- b. Filter udara kotor atau gangguan pada system choke

- c. Kapasitas bahan bakar yang berlebihan pada ruang pelampung
- d. Setelan campuran terlalu kaya
- e. Setelan katup yang terlalu rapat
- f. Tekanan bahan bakar terlalu tinggi, khususnya pada mesin EFI
- g. Kebocoran pada injector
- h. Gangguan pada sensor throttle, aliran udara, dan suhu
- i. Gangguan pada Control Unit (ECU)

Dampak buruk yang dapat ditimbulkan oleh CO didalam mesin adalah terjadinya penumpukan karbon yang memicu terjadinya *self ignition* atau *dieseling* sehingga mempercepat kerusakan mesin.

2. Hidrokarbon (HC; Hydrocarbon)

Bahan bakar mentah yang tidak terbakar selama proses pembakaran akan membentuk substansi hidrokarbon. Emisi HC beraroma bensin dan terasa perih di mata serta menyebabkan gangguan iritasi mata, hidung, paru-paru dan saluran pernapasan. Emisi HC diukur dalam satuan ppm (*part per milion*). Penyempurnaan ruang bakar dan pengapian yang tepat waktu akan dapat membantu mengurangi timbulnya Hidrocarbon dari ruang bakar. Disamping itu dari mekanisme katup, akibat penyetelan katup yang tidak tepat, keausan ring piston dan kebocoran kompresi akan menyebabkan bertambahnya gas hidrokarbon ini. Rata-rata emisi HC pada mesin 4 tak dalam kondisi normal adalah 200 – 400 ppm untuk mesin karburator, 50 – 200 untuk mesin dengan EFI dan 0 – 50 ppm untuk mesin EFI dengan Katalisator.

3. Nitrogen Oksida (NO_x; Nitrogen Oxide)

Nitrogen dihasilkan akibat adanya N₂ (nitrogen) dalam campuran udara dan bahan bakar, serta suhu pembakaran yang tinggi dari dalam silinder sehingga terjadi pembentukan NO_x. Substansi NO_x tidak beraroma, namun terasa pedih di mata. Emisi NO_x diukur dengan satuan ppm. Pada campuran yang kurus, kadar NO_x cenderung meningkat. Nilai Rata-rata emisi NO_x pada mesin 4 tak dalam kondisi normal adalah untuk mesin Karburator 2.000 - 3.000 ppm, Mesin EFI 1.500 - 2.500 ppm dan mesin EFI dengan katalis 0 - 100 ppm

4. Karbon Dioksida (CO₂; Carbon Dioxide)

Semakin tinggi gas CO_2 dalam gas buang mengindikasikan bahwa semakin baik pembakaran dalam mesin. Sebaliknya, semakin rendah kadar CO_2 dalam gas buang menandakan bahwa efisiensi pembakaran tidak bagus dan berarti pula kinerja mesin tidak bagus. Akibat lainnya, gas buang CO dan HC berlebihan dan konsumsi bahan bakar meningkat. Substansi CO_2 diukur dalam satuan % volume. Rata-rata substansi CO_2 pada mesin 4 tak dalam kondisi normal untuk mesin Karburator adalah 12–15%, Mesin EFI 12–16% dan Mesin EFI dengan katalis 12–17%

5. Oksigen (O_2 ; Oxygen)

Oksigen yang terdapat dalam gas buang sisa oksigen yang tidak ikut terbakar selama proses pembakaran. Makin tinggi kadar substansi O_2 dalam gas buang mesin mengindikasikan bahwa pembakaran miskin (*lean combustion*), dan sebaliknya. Substansi O_2 diukur dalam satuan % volume.

Kadar O_2 yang berlebihan dalam gas buang mengindikasikan bahwa pembakaran terjadi dengan miskin. Berarti hanya sebagian kecil dari oksigen yang terbakar dan sebagian kecil pula bahan bakar yang terbakar. Keadaan seperti ini menyebabkan hal yang sama sebagaimana jika CO_2 rendah. Rata-rata substansi O_2 pada mesin 4 tak dalam kondisi normal : Mesin Karburator 0,5 -2 %, Mesin EFI 0,5 - 2% dan Mesin EFI dengan katalis 0%

Adapun sumber emisi lain yang berasal dari luar ruang bakar adalah :

- Uap bahan bakar adalah gas HC yang menguap dari bahan bakar dalam tangki atau dalam karburator.
- Blow-by gas merupakan gas (HC) dari ruang bakar yang lolos ke dalam bak poros engkol melalui celah antara piston dan dinding silinder pada saat langkah kompresi. Blow-by gas tidak dibuang langsung ke udara, tetapi disalurkan ke dalam ruang bakar melalui sistem kontrol emisi. Gas yang keluar akibat blow-by gas (70–80%) merupakan bahan bakar mentah tidak terbakar berupa HC.

C. Teknologi Penurun Emisi Gas Buang pada Mesin dengan Karburator

Untuk mengakomodir kebutuhan penurunan emisi, pada beberapa kendaraan yang masih menggunakan system bahan bakar konvensional telah dikembangkan

system yang dapat menurunkan tingkat emisi pada gas buang. Dengan perlengkapan ini maka Mutu Emisi yang ditetapkan oleh pemerintah akan dapat tercapai. Adapun perangkat tersebut dapat dicontohkan sebagai berikut :

1. Positive Crankcase Ventilation (PCV)

Terpasang diantara cover cylinder head dan intake manifold. Fungsi katup PCV adalah untuk menyalurkan blow-by gas ke dalam ruang bakar agar dapat dibakar kembali. Sekitar 70–80% gas yang terdapat dalam *crankcase*/karter berupa HC yang tidak terbakar dan sisanya 20–30% berupa uap air dan gas asam Sisa tersebut dapat menyebabkan kerusakan pelumas mesin dan membuat karter berkarat.

2. Fuel Evaporative Emission Control (EVAP) System

Fungsi sistem ini untuk mencegah agar HC tidak terbang bebas ke atmosfer. Caranya dengan menggunakan sebuah *charcoal canister* (filter karbon) untuk menyerap HC yang menguap dari tangki bahan bakar dan ruang pelampung di karburator.

3. Throttle Positioner (TP) System

Fungsi system ini adalah untuk memberikan kesempatan pada throttle valve agar dapat membuka sedikit ketika terjadi deselerasi. Dengan pembukaan ini pada saat deselerasi akan memungkinkan pengurangan emisi pada gas buang.

Pada saat deselerasi, bila throttle valve menutup penuh kevakuman di intake manifold mendadak tinggi. Akibatnya udara yang masuk sedikit dan campuran menjadi kaya. Pada waktu bersamaan, kompresi dalam ruang bakar juga menurun. Akibatnya, pembakaran menjadi tidak stabil (*misfiring*) sehingga kadar CO dan HC dalam gas buang meningkat drastis. Untuk mencegah masalah itu, throttle valve harus lebih terbuka sedikit daripada idle ketika terjadi deselerasi sehingga campuran terbakar lebih sempurna.

4. Sistem Sirkulasi Ulang Gas Buang (EGR System)

EGR sistem digunakan untuk mengurangi substansi NO_x dalam gas buang. Seperti sudah dijelaskan, NO_x dalam gas buang meningkat seiring dengan kenaikan

suhu dalam ruang bakar karena akselerasi atau mesin dibebani berat. Suhu yang tinggi menyebabkan sebagian N_2 (nitrogen) bereaksi dengan O_2 (oksigen).

Cara terbaik mengurangi substansi NO_x dalam gas buang dengan menahan suhu dalam ruang bakar tetap rendah. Gas buang berisi karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O), keduanya merupakan *inert* gas yang tidak bisa bereaksi dengan oksigen (O_2). Sistem EGR memasukkan gas buang kembali ke intake manifold, dengan tujuan untuk menurunkan suhu dalam ruang bakar. Ketika campuran udara-bensin dan gas buang bercampur bersama, proporsi campuran menjadi kurus, selanjutnya panas hasil pembakaran dibawa oleh gas buang. Akibatnya, suhu maksimum dalam ruang bakar menurun sehingga kadar NO_x dalam gas buang mengecil.

Pada EGR system, jumlah gas buang yang akan disirkulasi dikontrol oleh EGR vacuum modulator. Hal ini diperlukan karena tekanan di exhaust manifold bervariasi beberapa mmHg di atas dan di bawah tekanan atmosfer, yang disebut *pulsations*.

5. Hot Idle Compensation (HIC) System

Pada saat mesin bekerja pada putaran rendah dan suhu udara luar dan suhu dalam ruang mesin tinggi, bahan bakar dapat mendidih dan menghasilkan uap. Jika uap tersebut keluar melalui *nozzle*/jet dan masuk ke dalam intake manifold, campuran menjadi sangat kaya dan menyebabkan mesin menjadi kasar atau mati. Sistem HIC dirancang untuk mengatasi masalah tersebut, sekaligus mengurangi CO dan HC dalam gas buang.

Ada dua macam sistem HIC yang bekerja bersama-sama untuk mengatur udara masuk ke dalam intake manifold agar campuran yang ideal tetap terjaga selama putaran mesin idling pada suhu udara luar tinggi.

D. Penggunaan Bahan Bakar Alternatif

Sumber energi yang digunakan di negara kita berasal dari minyak bumi dan gas alam. Bahan bakar minyak paling banyak digunakan dalam bidang transportasi.

Sebelum dikonsumsi, minyak bumi diproses dengan cara penyulingan atau pemisahan (proses primer) hingga mendapatkan LPG, bensin, kerosin, avtur, solar, dan minyak diesel. Kemudian, diproses lebih lanjut pada proses sekunder dengan maksud menaikkan mutu, misalnya proses reformasi katalitik untuk menaikkan nilai oktan. Proses yang lain, misalnya *hydrodesulfurisation* dengan maksud menghilangkan senyawa belerang.

Penggunaan bahan bakar alternatif merupakan salah satu cara untuk mengurangi pencemaran udara. Akan tetapi, bahan bakar alternatif belum tersedia banyak dan belum sesuai dengan kendaraan bermotor yang sudah ada. Bahan bakar alternatif yang tersedia di negara kita, antara lain sebagai berikut.

- Bensin Super TT (Tanpa Timbal)
- CNG (Compressed Natural Gas)
- LPG
- Minyak Nabati

E. Pembaruan Konstruksi Mesin

Tujuan utama pembaruan mesin untuk mendapatkan efisiensi termis yang lebih baik sehingga pembakaran di dalam ruang bakar mesin makin mendekati sempurna. Tuntutan-tuntutan yang hendak dicapai melalui pembaruan adalah sebagai berikut: 1). Tenaga lebih maksimal; 2). Pemakaian bahan bakar lebih hemat; 3). Pengendalian lebih mudah; 4) Jangka waktu perawatan lebih lama; 5). Gas buang yang dihasilkan lebih rendah. Efisiensi termis pembakaran pada mesin sangat bergantung pada kriteria ; 1) Perbandingan campuran udara dan bahan bakar 2). Proses pembakaran; 3). Konstruksi mesin.

Konstruksi mesin mempengaruhi kerja pembakaran dan otomatis mempengaruhi gas buang. Oleh karena itu, konstruksi mesin dirancang sedemikian rupa agar memenuhi tingkat kinerja optimal dan juga mempertimbangkan hasil emisi. Beberapa pengembangan yang dilakukan pada desain mesin adalah :

- Perbandingan kompresi dibuat antara 1 : 9 hingga 1 : 11. Dengan komposisi ini akan mengurangi emisi NO_x dan *engine knock* .

- Desain ruang bakar dibuat lebih kecil, penempatan busi ditengah, sehingga menghasilkan campuran udara dan bahan bakar yang lebih homogen dan emisi yang lebih bersih.
- Untuk menghasilkan efisiensi volumetric yang tinggi, pembukuan katup dibantu dengan kontrol oleh elektronik (misalnya VANOS dan VITEC) sehingga emisi HC menjadi lebih baik.
- Desain intake manifold dibuat dengan panjang yang sama, permukaan yang lebih halus dan menghasilkan turbulensi udara

F. Pembaruan Sistem dalam Mesin dengan Teknologi EMS

Pengontrolan Mesin yang dilakukan secara Elektronik terdiri atas peralatan-peralatan sensor yang secara terus menerus memantau kondisi kerja mesin. Unit pengontrol elektronik yang dikenal dengan ECU bekerja mengevaluasi data-data masukan dari berbagai sensor yang terpasang pada engine. Dengan membandingkan data pada memorinya dan melakukan perhitungan yang akurat, ECU mengaktifkan perangkat penggerak/*actuator* untuk menghasilkan sistem kerja mesin yang baik.

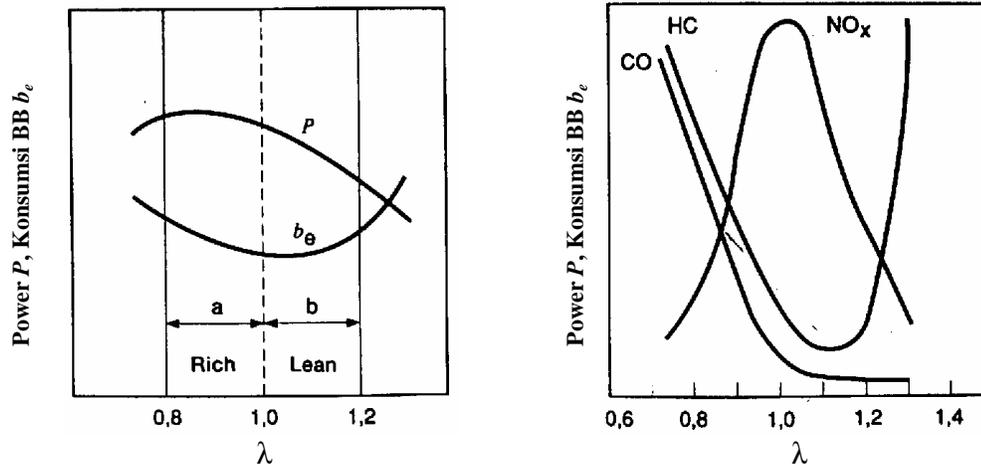
Tujuan dari penggunaan sistem control pada engine adalah untuk menyajikan dan memberikan sistem kerja yang akurat serta disesuaikan untuk menghasilkan emisi gas buang yang seminimal mungkin, penggunaan bahan bakar yang efisien, menghasilkan pengendalian yang optimal untuk semua kondisi kerja mesin, meminimalkan penguapan bahan bakar serta menyediakan sistem diagnosis untuk mengevaluasi sistem kerja dan kondisi perangkat pendukungnya bila terjadi permasalahan-permasalahan yang tidak dikehendaki pada system ini.

Dewasa ini system control yang digunakan adalah system pengontrolan yang menyeluruh guna mendapatkan performa mesin yang maksimal. Pengaturannya dengan menggunakan ECU sebagai control utama dan dikenal dengan *Engine Managenet System / EMS*. Adapun control yang dilakukan hubungannya dengan penurunan emisi adalah sebagai berikut :

1. Pengaturan Campuran Udara-Bensin

Pembakaran yang sempurna membutuhkan campuran udara-bensin yang ideal, yaitu 14,7:1. Perbandingan udara-bensin tersebut biasa disebut λ (*lambda*). Nilai λ

yang ideal tidak bisa dipertahankan dalam setiap kondisi operasional mesin yang dinamis. Namun, dapat diusahakan mendekati nilai ideal dengan menerapkan sistem kontrol bahan bakar yang ketat.



Gambar Grafik Perbandingan antara λ dengan Power dan Konsumsi Bahan Bakar

Grafik di atas memperlihatkan kompromis untuk mendapatkan daya mesin optimum, pemakaian bahan bakar yang hemat dan tingkat emisi gas buang yang moderat, meskipun NO_x mendekati maksimum.

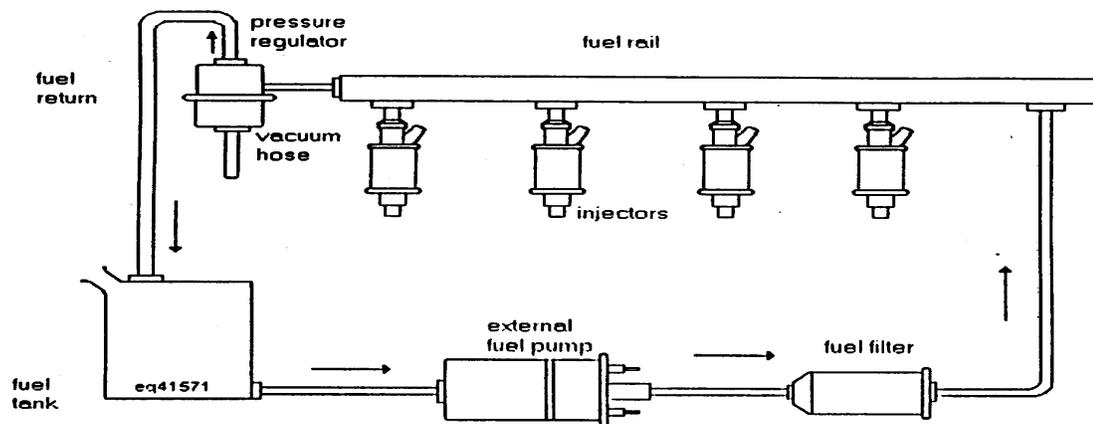
2. Sistem Injeksi Bahan Bakar

Sistem injeksi digunakan untuk mengganti karburator. Sistem ini dirancang untuk mendapatkan nilai λ yang mendekati ideal pada setiap kondisi mesin. Berbeda dengan metode pencampuran pada karburator, sistem ini menginjeksikan bahan bakar langsung di intake manifold dekat dengan katup isap.

Nilai λ yang ideal dapat dicapai sistem ini dengan cara mengukur secara tepat jumlah udara yang masuk ke dalam intake manifold dengan memperhatikan kondisi suhu mesin, putaran mesin, suhu udara masuk, sehingga jumlah bahan bakar yang dibutuhkan dapat diinjeksikan dengan tepat. Bensin diinjeksikan oleh masing-masing injektor pada setiap silinder sehingga didapatkan campuran yang homogen dan merata di setiap silinder. Lama penyemprotan bahan bakar oleh injektor diatur oleh unit pengontrol yaitu ECU.

Sistem injeksi ini didukung oleh sistem bahan bakar yang mampu menyediakan bahan bakar dengan tekanan konstan antara 3 - 5 bar. Untuk mendapatkan tekanan tinggi digunakan pompa dengan daya tinggi, sedangkan untuk menjaga agar tekanan stabil digunakan fuel pressure regulator.

Bahan bakar diinjeksikan dengan atom yang sudah terpecah-pecah dan dalam jumlah yang sudah tepat sesuai dengan jumlah udara yang masuk ke dalam intake manifold. Ketika bensin diinjeksikan langsung bercampur dengan udara di intake manifold, selanjutnya bercampur homogen ketika masuk ke dalam ruang silinder dengan membentuk turbulensi udara. Campuran yang sudah homogen lebih mudah terbakar oleh percikan api busi.



Gambar Sistem Bahan Bakar Mesin dengan system injeksi

3. Sistem Aliran Udara

Sistem aliran udara berfungsi untuk menyalurkan udara dari luar silinder ke dalam ruang bakar mesin. Udara yang masuk bercampur dengan bensin dalam karburator, selanjutnya campuran tersebut masuk ke dalam ruang bakar. Pada mesin EFI, udara disemprot dengan bensin di dalam intake manifold di dekat katup masuk sehingga ketika masuk ke dalam ruang bakar, udara dan bahan bakar sudah tercampur homogen.

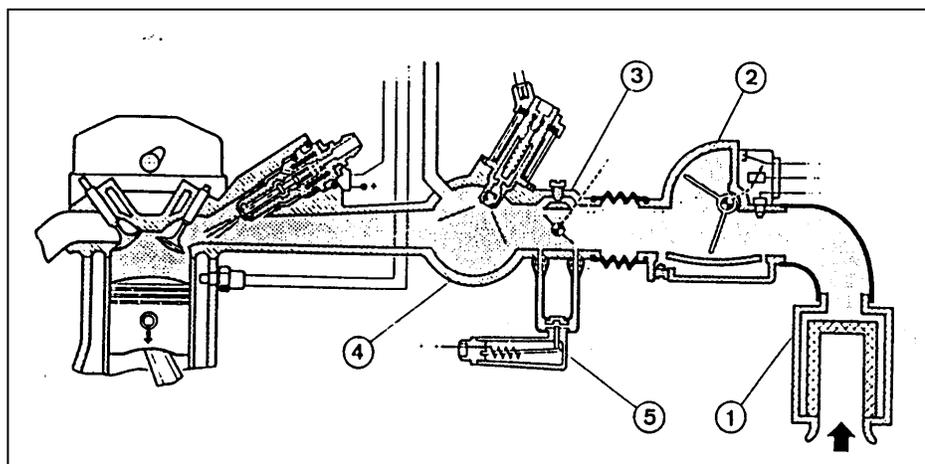
Pembaruan sistem ini di antaranya dilakukan dengan membuat saluran udara untuk setiap silinder dengan panjang yang sama (lubang intake sama panjang).

Dengan demikian, campuran udara-bensin untuk setiap silinder menjadi seimbang dan putaran mesin menjadi lebih stabil.

Selain itu, jumlah katup masuk diperbanyak untuk menambah jumlah dan mempercepat aliran udara yang masuk ke ruang bakar. Hal ini menghasilkan jumlah campuran udara-bensin yang lebih besar dan lebih homogen sehingga mesin lebih bertenaga dan pembakaran lebih sempurna.

Sistem aliran udara dilengkapi dengan sensor elektronik yang berfungsi untuk mengukur jumlah aliran dan suhu udara yang mengalir ke silinder. Dengan cara ini, campuran menjadi lebih ideal dan lebih baik pada setiap kondisi putaran dan beban mesin. Pembaruan lainnya, yaitu throttle valve, dilengkapi dengan potensiometer dan berfungsi untuk menginformasikan kondisi beban mesin. Data tersebut di kirim ke *Electronic Control Unit* (ECU) untuk diolah dan menghasilkan *output* berupa perintah membuka atau menutup pada injektor.

Sistem udara juga dilengkapi dengan *auxiliary air device* atau alat penambah udara yang berfungsi memberikan udara tambahan pada saat idling atau pengurangan kecepatan dan bekerja berdasar perintah ECU. Alat tersebut mengalami perubahan nama dan sekarang lebih dikenal sebagai *idle speed control*.



- (1) Air Cleaner/Saringan Udara;
- (2) Air Flow Meter/Sensor Aliran Udara;
- (3) Idle Mixture Adjuster/Stelan Campuran Stasioner;
- (4) Intake Manifold

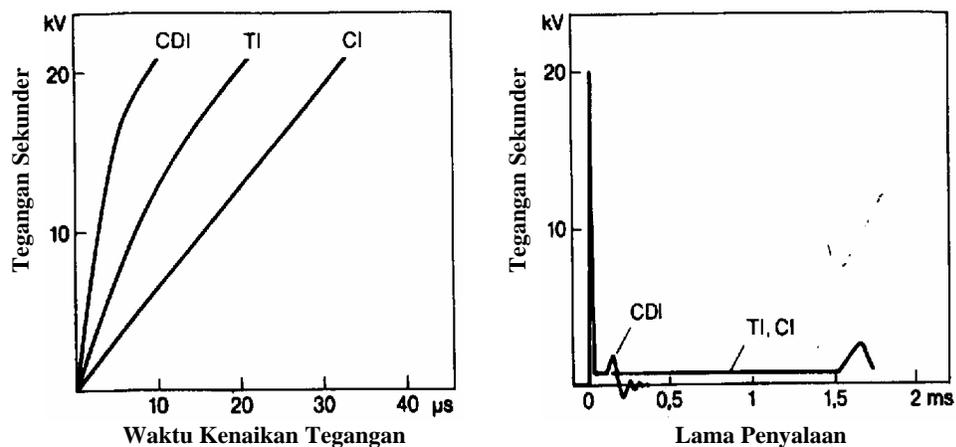
Gambar Sistem Aliran Udara Mesin EFI

4. Sistem Pengapian Elektronik

Karakteristik pengapian yang stabil menghasilkan proses pengapian yang baik pada semua tingkat putaran mesin. Untuk mendapatkan karakteristik yang baik, perlu diterapkan sistem dan komponen pendukung yang stabil, misalnya busi, kabel busi, coil, dan komponen pemutus arus yang andal.

Sistem pengapian mengalami pembaruan terus-menerus. Saat ini, ada tiga jenis sistem pengapian yang digunakan pada kendaraan, yaitu sistem konvensional dengan platina, sistem transistor dengan *contact less* dan sistem CDI dengan *distributor less*. Perhatikan karakteristik tiga sistem pengapian tersebut pada Gambar dibawah

Semua sistem di atas dirancang untuk menghasilkan energi pengapian yang besar. Sistem tersebut harus menghasilkan tegangan tinggi (maksimal) dalam waktu singkat dan bisa memberikan penyalaan pada waktu lama 1,5 ms. Apabila kondisi tersebut tercapai, proses pembakaran terjadi dengan sempurna sehingga emisi gas buang yang dihasilkan semakin rendah dan tenaga yang dihasilkan makin besar.



Gambar Perbandingan Sistem Pengapian Konvensional (CI), Transistor (TI), dan Kapasitor (CDI)

G. Penggunaan Katalitik Konverter

Dengan bahan bakar tanpa timbal dimungkinkan pula penggunaan katalitik konverter yang dipasang pada saluran gas buang. Pemakaian katalisator menurunkan

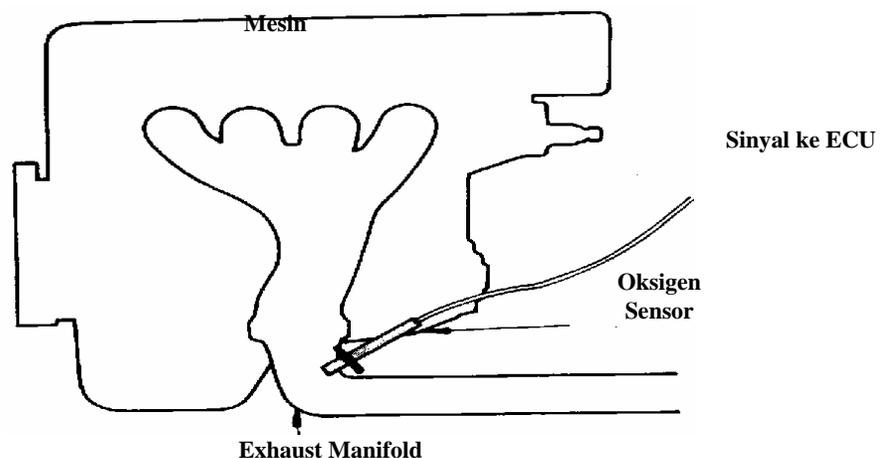
emisi gas buang kendaraan hingga tingkat paling rendah, misalnya CO = 0,2% dan HC = 100 ppm. Ketika emisi gas buang melewati katalitik konverter yang terbuat dari bahan khusus, terjadi reaksi kimia yang mengubah emisi HC, CO dan NO_x menjadi CO₂, H₂O dan N₂.

1. Katalisator Tiga Saluran dan Oksigen Sensor

Hingga saat ini, katalisator tiga saluran merupakan alat yang paling efektif untuk menurunkan emisi gas buang: penerapannya menggunakan oksigen sensor yang mengatur perbandingan campuran udara-bensin $\lambda = 0,999-1$. Berikut ini gambaran tentang kombinasi dari kedua komponen tersebut.

Kandungan timah hitam di dalam bensin dapat merusak fungsi katalisator dan sensor O₂, karena timbal melapisi permukaan katalisator dan menghambat padas serta menyumbat saluran dalam katalisator. Timbal juga menutupi permukaan sensor O₂ sehingga mengganggu pengukuran jumlah O₂ yang masih terkandung dalam gas buang.

Sensor oksigen yang biasa disebut sensor lambda (λ) ditempatkan sebelum katalisator di dalam pipa pengeluaran gas buang (*exhaust manifold*). Reaksi antara oksigen dan elemen dalam sensor membangkitkan tegangan dalam bentuk sinyal dan dikirimkan ke ECU. Perhatikan letak oksigen sensor pada Gambar berikut



Teknologi katalisator tiga saluran dan pengontrolan lambda tertutup saat ini digunakan oleh pabrik-pabrik mobil yang sebagian besar dipasok untuk negara maju yang peraturan emisinya sangat ketat, misalnya Amerika Serikat, Jepang, dan Singapura.

H. Penutup

Berkaitan dengan usaha perbengkelan Otomotif, sebagai penyedia jasa servis, kita dapat mempersiapkan peralatan, pengetahuan yang berkait dengan emisi gas buang kendaraan. Hal ini sangat berguna bagi kelanjutan dan perkembangan bengkel.

Persiapan alat ukur emisi merupakan sebuah keharusan bagi workshop agar dapat menyesuaikan dengan tuntutan pemilik kendaraan. Peralatan ini disamping mengukur kadar gas buang yang dihasilkan kendaraan juga sebagai indikator yang jelas akan hasil perbaikan dan perawatan yang dilakukan. Hal ini mengacu kepada konsep bahwa emisi kendaraan yang baik akan menghasilkan performa kendaraan yang baik pula.

Pengetahuan akan emisi mendukung proses perawatan terhadap kendaraan serta dapat bermanfaat untuk membangkitkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pengendalian emisi gas buang kendaraan bermotor. Kesadaran dan keikutsertaan masyarakat sangat diharapkan dalam menanggulangi pencemaran udara, Kesadaran ini dapat dilaksanakan dengan melakukan:

1. perawatan kendaraan secara teratur (mengikuti petunjuk pabrik pembuat kendaraan);
2. Penggunaan bahan bakar ramah lingkungan, misalnya Super TT, BBG atau LPG;
3. penggunaan kendaraan secara ekonomis (hanya digunakan jika perlu);
4. pengendalian atau pengemudian yang ekonomis.

Dengan kesadaran dan keikutsertaan dalam menanggulangi emisi gas buang tersebut, masyarakat diharapkan mendapat keuntungan sebagai berikut:

1. Kendaraan akan terawat dengan baik dan masa pemakaian lebih panjang;
2. Jangka waktu turun mesin lebih panjang;
3. Penghematan bahan bakar yang berarti menghemat pengeluaran;
4. Kesehatan terjaga dan terhindar dari penyakit akibat pencemaran.

Daftar Pustaka

- Jurgen, Ronald K, 1999, *Automotive Electronics Handbook, second edition*: McGraw-Hill, Inc
- Isa Karmisa Adiputra, 2002. *Kebijakan dan Strategi Pemerintah dalam Penggantian Bensin Bertimbal ke Bensin Tanpa Timbal*; Seminar sehari Mewaspadai Efek Kesehatan Bahan Bakar Minyak dari Bensin Bertimbal Hingga Bensin Tanpa Timbal; PKKLI-UI
- _____, 1994. *Toyota service Training step 2, Vol 3, Ignition System*. Jakarta: Toyota Astra Motor
- _____, 1994. *Toyota service Training step 2, Vol 14, Fundamental of Electricity*. Jakarta: Toyota Astra Motor.