

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Syahrul Amri “Pengaruh Pendinginan Udara Masuk Sebelum Intake Manifold Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Ketebalan Asap Gas Buang pada Motor Diesel Mitsubishi L-300”. Penelitian yang dilauakan oleh mahasiswa teknik Universitas Negeri Padang ini menggunakan sebuah mobil dengan mesin diesel yang suhu intake manifold sebelum masuk ruang bakar diturunkan di kisaran 30°C sampai pada suhu 20°C dan dilakukan pada putaran 800 rpm, 2000 rpm, dan 3000 rpm. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mencari tahu tingkat konsumsi bakar dan ketebalan asap yang dihasilkan akibat penurunan suhu udara tersebut. Hasil dari penelitian ini yaitu penghematan konsumsi bahan bakar 15,38 % dan menurunkan tingkat ketebalan asap 58,09 %. Hasil tersebut dihitung menggunakan t tes, untuk perhitungan konsumsi bahan bakar t_{hitung} lebih besar t_{tabel} ($7,6690 > 2,920$), sedangkan ketebalan asap gas buang ($8,9743 > 2,920$) menunjukkan perbedaan yang signifikan, karena t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} . (Jurnal Teknik Mesin Vol.1 No.2 (2014) Universitas Negeri Padang).

Purnawarman Ginting “Kaji Eksperimental Prestasi Motor Bakar Akibat Perlu Bahan Temperatur Udara Hisap” Jurnal P & PT Vol. IV, No. 1 (2006) 214-222, pada penelitian ini menerangkan bahwa pada semua variasi bukaan trotle, bila T_i mendekati T_s maka harga Ne semakin baik, harga minimum (SFC), yaitu pada temperatur 18,5°C. Hal ini menunjukkan bahwa bila temperatur udara hisap lebih rendah dari temperatur atmosfer maka prestasi motor akan semakin baik. Komposisi emisi gas buang juga mengalami perubahan, dimana bila harga T_i mendekati harga T_s maka

kandungan HC dan CO pada emisi akan berkurang, sedangkan harga CO_2 dan O_2 naik. Hal ini terjadi karena harga AFR_{aktual} semakin besar, sehingga kandungan oksigen (O_2) pada udara hisap semakin besar, sehingga proses pembakaran menjadi lebih baik, dimana oksigen akan bereaksi membentuk CO_2 , O_2 dan H_2O . (jurnal P & PT Vol. IV, No.1 (2006) 214-222 Politeknik Negeri Kupang)

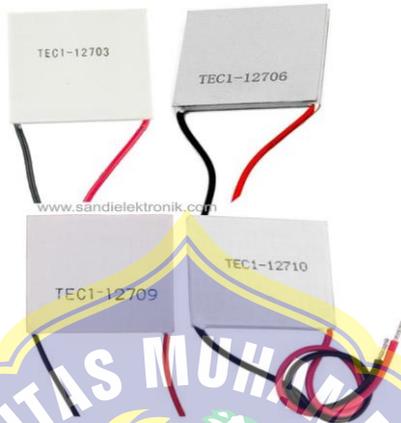
Rahardjo Tirtoadmodjo “Peningkatan Performance Dengan Pendinginan Udara Masuk pada Motor Diesel 4JA1”. Penelitian dilakukan oleh dua orang dosen dari Universitas Kristen Petra, meneliti tentang pengaruh penurunan suhu udara sebelum masuk hingga uang bakar dengan menggunakan pipa pendingin terhadap performa motor diesel tipe 4JA1. Hasil dari penelitian tersebut yaitu peningkatan daya sekitar 1,8 % jika didinginkan hingga mencapai $15^{\circ}C$.

(Jurnal Teknik Mesin Volume 2 No.2 Oktober 2000 Universitas Kristen Petra)

2.2 Teori Pendukung Peneitian

Hukum gas ideal yaitu semakin tinggi suhu udara maka akan semakin mengembang molekul udaranya, menyebabkan kandungan oksigen pada udara tersebut kecil. Sebaliknya ketika suhu rendah maka kerapatan molekul udaranya tinggi sehingga kandungan oksigen

2.2.1 Pengertian TEC



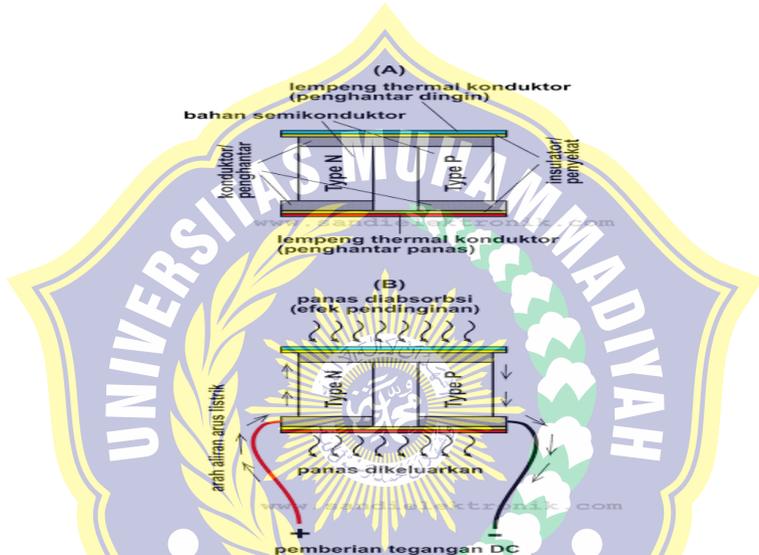
Gambar 2.1 Thermo Elektrik Cooler

TEC adalah singkatan dari “Thermo-Electric Cooler”, sebuah komponen pendingin solid-state elektrik yang bekerja sebagai “pompa-panas” dalam melakukan proses pendinginan. TEC memindahkan panas melalui kedua sisinya. TEC mengabsorpsi panas melalui salah-satu sisinya dan memancarkan panas melalui satu sisi lainnya. Pada bagian sisi TEC yang mengabsorpsi panas terjadi efek pendinginan, inilah yang dimanfaatkan untuk berbagai keperluan pendinginan.

Pendingin Peltier adalah sebutan lain untuk TEC, disebut demikian karena TEC memanfaatkan “efek-Peltier”. Efek Peltier pertama kali ditemukan oleh Jean Charles Antanase Peltier pada tahun 1834. Kata “Peltier” diambil dari namanya. Efek Peltier adalah efek timbulnya panas pada satu sisi dan timbulnya dingin pada sisi lainnya manakala arus listrik DC dilewatkan kepada untaian dari dua tipe material berbeda yang dipertemukan. Material tersebut adalah material thermo-electric element yang dibuat dari bahan semikonduktor. Di antara bahan semikonduktor yang dapat dijadikan thermo-electric element adalah : Bismuth-telluride (Bi_2Te_3), Lead-telluride (PbTe), Silicon-germanium

(SiGe), dan Bismuth-antimony (BiSb). Bismuth-telluride belakangan lebih umum digunakan karena mempunyai sifat-sifat unggulan.

Dari bahan semikonduktor tersebut dibuatlah dua tipe yang berbeda, satu tipe “N” (negatif) dan satunya lagi tipe “P” (positif). Dua tipe material semikonduktor yang berbeda itu lalu disusun dengan susunan sebagai berikut :



Gambar 2.2 Prinsip Kerja TEC

Pada gambar (A) diperlihatkan susunan satu untai thermocouple TEC beserta elemen-elemen pendukungnya. Dua semikonduktor yang berbeda type dipertemukan melalui logam-logam yang bersifat menghantarkan listrik (konduktor). Terdapat dua sisi yang bersebelahan, yaitu sisi bagian atas dan sisi bagian bawah. Pada masing-masing sisi diberikan penyekat (biasanya dari bahan keramik substrat) sebelum ditempelkan lempeng tipis sebagai thermal konduktor.

2.2.2 Prinsip Kerja TEC.

Apabila pada kedua konduktor yang berada di ujung-ujung untaian diberikan tegangan DC (lihat gambar B), maka arus listrik akan mengalir dari sumber tegangan yang berpotensi positif, melalui semikonduktor tipe N lalu ke semikonduktor tipe P hingga berakhir di sumber tegangan yang berpotensi negatif. Arah aliran elektron akan berkebalikan dengannya. Efeknya adalah di bagian sisi atas di mana terjadi pertemuan antara semikonduktor tipe N dan semikonduktor tipe P (melalui perantara logam konduktor) panas diabsorpsi sehingga di bagian sisi ini efeknya adalah timbulnya dingin. Sedangkan di bagian sisi bawah yang timbul adalah kebalikannya, yaitu panas. Perbedaan suhu di antara kedua sisi itu berkisar 40 - 70°C.

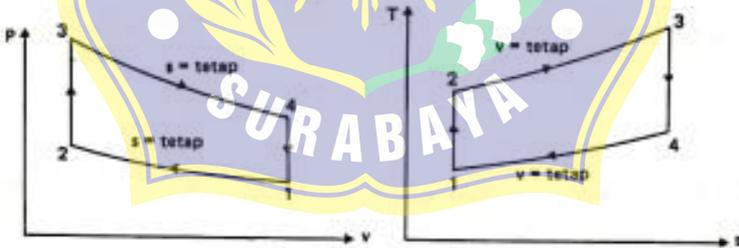
Fenomena ini dimanfaatkan orang untuk proses pendinginan. Salah-satu contohnya adalah dengan menempelkan sisi bagian dingin TEC ke sebuah tangki air kecil untuk mendinginkan air di dalam tangki tersebut. Agar panas yang timbul dari sisi sebaliknya tidak mengintervensi suhu dingin yang telah dihasilkan, bagian sisi TEC yang menghasilkan panas ditempeli dengan keping pendingin (heatsink) lalu radiasi panas yang telah menjalar di heatsink tersebut disebarkan ke luar oleh bantuan sebuah kipas agar dapat terbang. Prinsip ini diterapkan pada sebagian model dispenser air yang dapat mendinginkan. Dalam prakteknya, penggunaan TEC sebagai pendingin solid-state tidak pernah lepas dari heatsink dan kipas pembuang panas.

2.2.3 Prinsip Kerja Motor Bensin

Motor bensin sebagai salah satu jenis motor pembakaran dalam banyak digunakan untuk menggerakkan atau sebagai sumber tenaga dari suatu kendaraan. Pada pembahasan ini, motor bensin sebagai sumber tenaga menurut prinsip kerjanya dibedakan menjadi 2 yaitu motor bensin 4 tak dan motor bensin 2 tak.

A. Motor Bensin 4 Tak

Motor bensin 4 tak adalah motor yang setiap satu kali pembakaran bahan bakarnya memerlukan 4 langkah piston atau dua kali putaran poros engkol. Secara kasar atau garis besarnya, cara kerja motor bensin 4 tak adalah pertama-tama gas yang merupakan campuran bahan bakar dengan udara yang dihasilkan dari karburator dihisap masuk ke dalam silinder kemudian dimampatkan dan dibakar. Karena panas, gas tersebut mengembang dan karena ruang terbatas maka tekanan didalam silinder atau ruang bakar naik dan tekanan ini mendorong piston diteruskan ke poros engkol akan berputar. Secara terperinci dibawah ini diuraikan masing-masing langkah atau proses sebagai berikut :



Gambar 2.3 Diagram PV dan Ts siklus otto 4 tak

1) Langkah hisap

Pada langkah ini piston bergerak dari TMA ke TMB serta engkol berputar $\frac{1}{2}$ putaran (180°). Dan pada langkah ini klep/katup masuk membuka pintu saluran masuk yang

berhubungan dengan karburator, sedangkan katup buang menutup pintu saluran pembuangan. Oleh karena Bergeraknya piston dari TMA ke TMB ini mempunyai daya hisap yang sangat kuat, sehingga dengan sendirinya gas baru yang berada dalam karburator terhisap masuk ke dalam silinder dan ruang bakar.

2) Langkah kompresi

langkah ini piston bergerak dari TMB ke TMA, engkol berputar (360° atau 1 putaran). Dan pada langkah ini katup masuk dan katup buang menutup pintu salurannya masing-masing. Bergeraknya piston ini makin naik makin membuat ruangan diatas piston semakin sempit sehingga daya kompresi didalam ruangan yang sempit ini menjadi tinggi. Dan oleh karena disekeliling ruangan ini tertutup rapat, maka gas baru yang telah dihisap masuk menjadi termampat oleh piston.

3) Langkah usaha

Beberapa saat sebelum piston mencapai TMA, engkol berputar mencapai (360°) pada akhir langkah kompresi, busi meloncatkan bunga api listrik tegangan tinggi didalam ruang bakar tepat saat engkol berputar 360° atau torak tepat mencapai TMA sehingga gas baru yang telah termampat didalam ruang bakar menjadi terbakar. Pembakaran ini berlangsung sampai piston mencapai TMA, setelah itu hasil pembakaran gas tersebut dapat menimbulkan panas yang menyebabkan pengembangan gas didalam ruang bakar. Pengembangan gas ini menimbulkan tekanan/tenaga yang dahsyat sekali ke segala arah, yakni bagian atas bawah dan samping kiri kanan didalam ruang bakar adalah statis, sedangkan yang dinamis didalam ruang bakar hanyalah bagian bawah, yaitu piston maka dengan sendirinya piston terdorong dengan kuatnya dari TMA ke TMB. Meluncurnya piston dari TMA ke TMB ini sudah tentu menimbulkan tenaga yang sangat besar pula.

4) Langkah buang

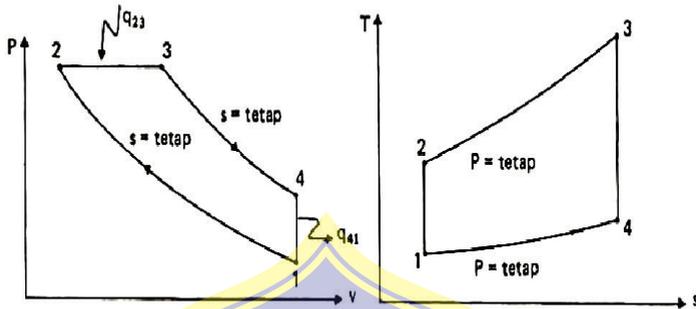
Piston bergerak dari TMB ke TMA, engkol berputar 270° , maka pada langkah ini katub buang terbuka dan gas hasil sisa pembakaran didalam ruang terdorong keluar oleh piston melalui saluran buang.



Gambar 2.4 Proses kerja motor bensin 4 langkah

B. Motor Bensin 2 Tak

Motor bensin 2 tak adalah motor yang setiap kali pembakarannya membutuhkan hanya 2 kali langkah torak atau satu kali putaran engkol, dengan kata lain motor bensin 2 tak tak berbeda jauh dengan motor 4 tak, yaitu pada motor bensin 2 tak tidak bekerja dengan poros yang tunggal pada masing-masing langkahnya melainkan antara proses dan kompresi terjadi dalam satu langkah torak. Sedangkan proses atau cara kerja motor 2 tak sebagai berikut:



Gambar 2.5 Diagram PV dan Ts siklus otto 2 tak

1) Langkah hisap dan kompresi

Pada langkah ini piston dari TMA ke TMB sehingga saluran masuk terbuka oleh piston, reed valve, rotary valve, atau crank shaft valvenya. Pada saat piston semakin bergerak keatas, maka akan mengakibatkan ruang bagian bawah piston yakni ruang carter menjadi semakin luas, dan Bergeraknya piston ke arah TMA ini bagian bawah piston menghisap gas baru dari karburator ke dalam ruang carter dan melalui saluran bilas menuju ke ruang bakar. Proses merupakan langkah isap. Selanjutnya piston terus bergerak menuju TMA sampai saluran buang dan saluran bilas tertutup oleh piston bagian atas sehingga terjadilah pemampatan gas yang masuk kedalam ruang bakar dan silinder sebelumnya, maka terjadilah kompresi dan kejadian ini yang disebut langkah kompresi.

2) Langkah usaha dan buang

Beberapa saat sebelum mengakhiri langkah kompresi (pada akhir langkah 1), busi meloncatkan bunga api listrik tegangan tinggi didalam ruang bakar sehingga gas baru dikompresikan menjadi terbakar. Pembakaran ini terjadi berlangsung terus menerus sampai piston mencapai TMA. Oleh karena pembakaran tersebut, maka timbullah

panas yang menyebabkan gas mengembang. Gas ini terjadi pada saat setelah piston berada di TMA, karena hanya piston yang dinamis (bias bergerak) maka piston terdorong ke arah TMB dengan kuatnya oleh ledakan gas dan tenaga tadi diteruskan ke poros engkol. Peristiwa ini merupakan langkah usaha/kerja pada motor bensin 2 tak. Selanjutnya gerakan piston ke arah TMB ini membuat saluran buang dan saluran bilas menjadi terbuka sehingga gas bekas keluar melalui saluran buang tadi. Oleh karena adanya bantuan desakan dari gas baru yang mulai masuk lagi ke dalam ruang bakar dan silinder melalui saluran bilas. Proses ini disebut langkah buang.

Masuknya gas baru dari ruang carter ke dalam ruang bakar dan silinder karena gas baru yang berada didalam ruang ke atas mendapat tekanan dari piston, sewaktu piston bergerak ke bawah dan proses ini disebut kompresi carter.

2.2.4 Air Fuel Ratio (AFR)

Terjadinya proses pembakaran di dalam mesin agar dapat menghasilkan tenaga yang optimala maka harus memenuhi 3 persyaratan utama, yaitu tekanan kompresi yang tinggi, waktu pengapian yang tepat serta percikkan bunga api pada busi yang kuat, dan campuran udara serta bahan bakar yang sesuai.

Pada syarat yang ketiga yaitu campuran udara bahan bakar harus sesuai, campuran ini di atur pada sistem bahan bakar kendaraan tersebut. Pada sistem bahan bakar konvensional diatur oleh karburator sedangkan pada sistem bahan bakar injeksi diatur oleh lamanya penginjeksian oleh injektor.

Campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar harus dalam keadaan yang mudah terbakar agar dapat menghasilkan efisiensi tenaga mesin yang optimal.

Apabila campuran udara dan bahan bakar tidak baik maka akan membuat campuran ini menjadi sukar untuk dibakar.

Bahan bakar tidak akan dapat terbakar dengan sendirinya tanpa adanya udara (oksigen), sehingga bahan bakar harus dicampur dengan udara dengan takaran atau perbandingan yang sesuai.

Campuran perbandingan udara dengan bahan bakar akan berpengaruh terhadap efisiensi pembakaran. Perbandingan antara campuran udara dan bahan bakar dinyatakan dalam bentuk volume atau berat dari bagian udara dan bahan bakar. Pada umumnya, perbandingan antara udara dan bahan bakar dinyatakan berdasarkan berat udara dan berat bahan bakar.

Perbandingan campuran udara dan bahan bakar juga dikenal dengan istilah Air Fuel Ratio (AFR). Dalam teorinya, perbandingan ideal antara campuran udara dan bahan bakar yang ditulis di dalam buku TOYOTA NEW STEP di bagian bab 3 (mesin) halaman 51 adalah 15 : 1, 15 untuk jumlah udara dan 1 untuk jumlah bahan bakar. Dan pada

- Perbandingan campuran udara dan bahan bakar (AFR) kaya atau settingan basah.

Apabila campuran udara dan bahan bakar ini terlalu gemuk atau kaya justru tidak akan meningkatkan tenaga yang dihasilkan dan justru akan merugikan mesin kendaraan tersebut. Campuran kaya berda pada perbandingan 12:1 kebawah.

Campuran yang terlalu kaya akan berkemungkinan adanya bahan bakar yang belum terbakar dan hal ini akan meningkatkan pemakaian bahan bakar yang boros. Selain itu, campuran yang terlalu kaya akan menghasilkan emisi hasil pembakaran berupa karbon. Karbon ini akan berpengaruh terhadap warna gas hasil pembakaran yaitu asap pada gas buang akan berwarna hitam. Selain itu, lama-kelamaan karbon akan menumpuk pada ruang bakar dan

membentuk kerak. Apabila terdapat kerak pada ruang bakar dapat menyebabkan terjadinya engine knocking.

- Perbandingan campuran udara dan bahan bakar (AFR) kurus atau setingan kering.

Campuran udara dan bahan bakar yang terlalu kurus juga tidak baik karena akan membuat tenaga yang dihasilkan oleh mesin menjadi berkurang dan juga dapat membuat suara mesin menjadi tersendat-sendat. Selain itu, temperatur mesin juga akan menjadi cepat panas sehingga dapat membuat merusak pada mesin. Campuran kurus atau setingan kering berada pada perbandingan 15:1 keatas.

- Perbandingan campuran udara dan bahan bakar (AFR) ideal

Campuran udara dan bahan bakar yang ideal akan berpengaruh terhadap kinerja mesin yang baik dan optimal serta akan membuat pemakaian bahan bakar dan pembakaran menjadi lebih efisien. Tetapi pada kenyataannya dilapangan tidak mungkin selalu mendapatkan campuran yang benar-benar ideal sehingga agar lebih rasional campuran ideal berkisar antara 12:1 sampai dengan 15:1.

2.2.5 Sifat-sifat udara

1. Berbentuk gas

Sudah seringkali dikatakan sebelumnya bahwasannya udara merupakan salah satu benda yang berbentuk gas. Selain itu udara yang ada di permukaan Bumi ini terdiri atas berbagai macam gas. Hal ini mempunyai arti bahwasannya udara adalah benda yang berbentuk gas. Benda-benda gas, khususnya udara ini tidak dapat kita lihat, tidak dapat kita cium baunya namun dapat kita rasakan. Salah satu bukti kita bisa merasakannya adalah ketika kita bisa menghirup udara dan juga ketika udara bergerak maka kita akan bisa merasakan melalui pori-pori kulit kita.

2. Memiliki massa atau berat

Salah satu sifat yang dimiliki oleh udara adalah bahwa udara memiliki massa atau berat. Kita semua mengetahui bahwasannya semua jenis benda mempunyai massa. Meskipun udara merupakan benda yang tidak berwujud (tidak dapat kita lihat) dan juga tidak dapat dicium, namun udara memiliki massa atau berat.

Udara memiliki massa atau berat yang dapat diukur dengan suatu alat tertentu. Sebagai contoh yang dapat kita lihat adalah kita bisa membandingkan tabung gas kosong dengan tabung gas yang berisi. Jika kita mengangkat keduanya maka kita bisa merasakan bahwa tabung gas yang berisi akan terasa lebih berat dan memiliki massa dibandingkan dengan tabung yang kosong.

3. Menempati ruang

Sifat dari udara yang selanjutnya adalah bahwa udara menempati ruang. Udara merupakan benda yang sangat ajaib karena di berbagai sudut ruangan selalu ada udara. Selain itu di celah terkecil pun dapat ditempati oleh udara. Sebagai bukti yang dapat kita rasakan adalah kita bisa bernafas dimanapun kita berada, bahkan ketika berada di tempat yang tertutup dan tanpa ventilasi sekalipun.

Hal inilah yang terkadang menyadarkan kita bahwa udara selalu ada dimana saja dan udara juga selalu ada bahkan di area tertutup sekalipun. Namun perlu diketahui, untuk di tempat tertutup tanpa ventilasi, mula-mula kita bisa tetap bernafas, namun lama-kelamaan kita tidak akan bisa bernafas apabila tidak ada sirkulasi udara. Hal ini bukan karena udara habis, namun karena saat kita menghirup udara untuk berbas, maka kita akan menghirup Oksigen, sementara yang kita keluarkan adalah Karbondioksida. Maka dari itulah kita bisa sesak nafas apabila kekurangan Oksigen dalam pernafasan.

4. Mempunyai tekanan

Sifat yang dimiliki udara selanjutnya adalah bahwa udara memiliki tekanan. Tekanan yang dimiliki udara ini berbeda-beda antara satu tempat dengan tempat yang lain. Salah satu hal penting dari tempat yang sangat bisa mempengaruhi tekanan adalah ketinggian (baca: jenis hutan berdasarkan ketinggiannya) tempat tersebut. Udara yang panas akan mempunyai tekanan udara yang lebih rendah daripada udara yang dingin. Selain itu udara yang bergerak memiliki tekanan yang lebih rendah daripada udara yang diam. Hal-hal tersebut yang membedakan antara udara yang bertekanan tinggi dan juga udara yang bertekanan rendah. Untuk mengukur tekanan udara sendiri kita bisa mengukurnya dengan suatu alat tertentu.

5. Akan memuai apabila dipanaskan

Ura merupakan sebuah benda yang tidak dapat kita lihat bentuknya, karena memang udara tidak berbentuk. Namun hal tersebut bukan berarti bahwa udara tidak bisa mengalami perubahan. Salah satu sifat yang dimiliki udara adalah akan memuai apabila udara tersebut dipanaskan. Jika penasaran dan ingin membuktikannya, kita bisa melakukan percobaan sendiri secara sederhana.

6. Akan menyusut apabila didinginkan

Diatas sudah dijelaskan mengenai perubahan yang bisa terjadi pada udara. Jika sebelumnya sudah dikatakan bahwasannya udara dapat memuai apabila dipanaskan, maka hal yang sebaliknya juga akan berlaku, yakni udara akan mengalami penyusutan apabila didinginkan. Apabila kita penasaran dengan sifat udara yang demikian maka kita juga bisa melakukan percobaan sendiri secara sederhana tentunya.

7. Berhembus dari tempat yang bertekanan tinggi menuju ke tempat yang bertekanan rendah

Udara merupakan benda gas. Benda- benda gas termasuk udara ini memiliki sifat sangat fleksibel, bahkan tingkat kefleksibelan yang dimilikinya jauh melebihi benda- benda cair. Udara, dimana- mana selalu ada, bahkan d permukaan Bumi diliputi dengan lapisan- lapisan udara. Udara dapat dengan bebas bergerak tanpa bisa kita lihat, tanpa bisa kita cium namun terkadang dapat kita rasakan. Udara yang dapat bergerak bebas ini mempunyai pola atau sifat. Seperti halnya air yang mengalir dari tempat yang lebih tinggi menuju ke tempat yang lebih rendah maka udara berhembus dari tempat yang memiliki tekanan tinggi menuju ke tempat yang mempunyai tekanan yang lebih rendah. Nah, inilah sifat gerak yang dimiliki oleh udara.

8. Ada dimana saja

Bumi dan permukaannya dihuni oleh berbagai macam makhluk hidup, tidak hanya manusia, namun juga binatang dan tumbuh- tumbuhan. Semua makhluk hidup yang ada di kerak Bumi selalu membutuhkan udara untuk dapat tumbuh dan bertahan hidup. Dan apabila kita amati maka dimanapun tempat di Bumi ini maka akan selalu ada udara.

Hal ini dibuktikan bahwa ada banyak sekali makhluk hidup yang dapat bertahan hidup di sudut- sudut Bumi, bahkan ditempat yang sangat terpencil ataupun tertutup sekalipun. Hal ini membuktikan bahwa udara selalu ada di mana- mana. Bukti seperti ini juga dapat kita buktikan sendiri. Kita masih tetap bisa bernafas apabila sedang berada di tempat yang tertutup sekalipun, misalnya di lift. Hal ini karena udara selalu ada dimana- mana.

9. Tidak dapat dilihat, namun dapat dirasakan

Ada tiga macam benda yang ada di Bumi, yakni padat, cair dan juga gas. Benda padat dan benda cair mempunyai sifat dapat kita lihat dan dapat kita rasakan. Namun hal ini tidak berlaku pada benda gas. Benda gas memiliki sifat yang lain yakni tidak dapat dilihat oleh manusia. Meski tidak dapat

kita lihat namun udara dapat kita rasakan. Udara dapat kita rasakan salah satunya adalah ketika udara bergerak. Udara bergerak berupa angin, angin (baca: proses terjadinya angin) yang berhembus akan dapat kita rasakan ketika angin (baca: jenis angin) ini menerpa pori- pori kulit. Perubahan suhu akan kita rasakan, terkadang kita akan merasakan dingin namun terkadang kita akan merasakan segar. Hal ini darat kita rasakan, bahwa terkadang kekuatan dari udara yang bergerak ini akan dapat mengangkat helai-helai rambut yang kita miliki. Itulah contoh yang sangat tepat untuk membuktikan bahwasannya udara ada dan dapat kita rasakan. Contoh yang lain adalah kita bisa bernafas karena adanya udara yang ada di sekitar kita.

10. Bentuk, volume dan massa jenisnya selalu berubah-ubah

Sifat yang dimiliki oleh udara adalah sangat fleksibel. Ada beberapa hal yang dimiliki oleh udara, diantaranya adalah bentuk, volume dan juga massa jenisnya. Sebelumnya dikatakan bahwasannya udara tidak dapat kita lihat, namun udara ini mempunyai bentuk. Bentuk dari udara adalah berubah- ubah sesuai dengan tempat atau wadahnya. Selain bentuk, volume dan juga massa jenis yang dimiliki oleh udara juga selalu berbeda- beda tergantung tempat atau keberadaan dari udara itu sendiri. Itulah beberapa macam sifat-sifat udara yang mana udara merupakan benda gas. Sifat- sifat yang telah disebutkan di atas juga dimiliki oleh benda- benda gas pada umumnya. Namun mungkin saja ada beberapa sifat yang tidak dimiliki oleh benda gas lain selain udara.

2.2.6 Hubungan suhu dengan massa udara pada AFR

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Maka

$$m = \rho \cdot V$$

ρ = Massa jenis atau densitas (kg/m^3)

m = massa (kg)

V = Volume (m^3)

Dari persamaan diatas maka ketika densitas (ρ) semakin besar maka jumlah massa akan semakin besar dengan anggapan bahwa volume adalah konstan. Sehingga massa udara yang masuk kedalam silinder ketika suhu udara rendah akan semakin besar, hal ini akan mempengaruhi nilai AFR yaitu jumlah udara yang berhasil diserap kedalam silinder secara real. Tabel macam-macam sifat udara berada pada lampiran. Berikut contoh perhitungan pengaruh suhu terhadap massa udara :

- Pada suhu 350 °K atau 77 °C didapat $\rho = 0,995 \text{ kg/m}^3$ dan volume adalah tetap yaitu 124,8 cc = 0,0001248 m^3
Maka,
 $m = 0,995 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,0001248 \text{ m}^3$
 $= 0,000124176 \text{ kg}$
 $= 0,124176 \text{ gram}$
- Pada suhu 300 °K atau 27 °C didapat $\rho = 1,1614 \text{ kg/m}^3$ dan volume adalah tetap yaitu 124,8 cc = 0,0001248 m^3
Maka,
 $m = 1,1614 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,0001248 \text{ m}^3$
 $= 0,0001449427 \text{ kg}$
 $= 0,1449427 \text{ gram}$

Dari 2 contoh diatas maka massa mengalami kenaikan sebesar 0,0207667 gram.

2.2.7 Efisiensi Volumetrik (EV)

Efisiensi volumetric (η_v) merupakan salah satu parameter prestasi motor bakar untuk mengukur efektivitas udara atau campuran udara-bahan bakar yang dapat diisap ke dalam silinder. Semakin besar efisiensi volumetrik berarti semakin banyak udara/campuran udara-bahan bakar yang masuk ke dalam silinder sehingga tenaga yang dihasilkan mesin semakin besar. Parameter ini khusus digunakan untuk mesin 4 langkah.

Efisiensi volumetrik dapat didefinisikan sebagai perbandingan laju aliran massa udara aktual dengan laju aliran massa udara ideal. Secara matematis, dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$EV = \frac{\text{Massa udara aktual yang masuk tiap langkah isapan}}{\text{Massa udara untuk mengisi volume silinder pada } p \text{ dan } T \text{ tingkungan}} \times 100\%$$

(R.W. Haywood. 1995)

Efisiensi volumetrik akan berpengaruh langsung terhadap AFR (*Air Fuel Ratio*) yaitu perbandingan antara udara yang masuk dalam silinder dengan bahan bakar yang masuk dalam silinder, sehingga ketika nilai efisiensi volumetrik semakin besar maka jumlah udara yang masuk kedalam silinder akan semakin besar untuk mencapai nilai AFR yang ideal. Nilai Efisiensi volumetric maksimum berkisar antara 80-90% dan sangat dipengaruhi oleh beberapa variabel berikut:

- Tipe bahan bakar
- Perbandingan udara dengan bahan bakar (AFR)
- Temperatur campuran udara-bahan bakar
- Compression ratio
- Putaran mesin
- Desain intake dan exhaust manifold

- Geometri dan ukuran katup termasuk valve lift and timing

Pengembangan teknologi telah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi volumetik, seperti memperbesar ukuran katup atau dengan menambah jumlah katup per silinder. Pada saat ini sudah banyak mobil-mobil yang menggunakan 4 katup per silindernya. Bahkan Honda mengembangkannya lagi dengan teknologi VTEC yang dapat mengatur valve lift and timing. Cara lain yaitu dengan memasang supercharger atau turbocharger untuk menekan udara yang masuk ke dalam silinder.

2.2.8 SFC

SFC atau *specific fuel consumption* adalah ukuran yang menyatakan tingkat konsumsi bahan bakar yang terbakar suatu motor bakar atau konsumsi bahan bakar yang terbakar untuk menghasilkan daya 1 HP dalam waktu 1 jam. SFC didapatkan melalui pembagian FC (fuel consumption) persatuan waktu dibagi daya yang dihasilkan oleh bahan bakar tersebut dalam waktu yang sama dan rpm yang sama.

$$SFC_e = \frac{F_c}{N_e} \text{ (kg/jam HP)}$$

Dimana :

$$F_c = \frac{b}{t} \cdot \gamma \cdot \frac{3600}{1000}$$

b = volume konsumsi bahan bakar (ml)

t = waktu konsumsi bahan bakar (detik)

γ = Berat jenis bahan bakar (kg/l)

Berat jenis pertalite berdasarkan keputusan direktur jenderal minyak dan gas bumi no. 313.K/10/DJM.T/2013 tentang standar dan mutu bahan bakar bensin 90 yang

dipasarkan di dalam negeri adalah 770 kg/m^3 atau 0.77 kg/l .

