



# Pencemaran Sektor Pengangkutan

Kenderaan pengangkutan yang bergerak dengan menggunakan tenaga yang dihasilkan menerusi pembakaran kimia bahan api memerlukan sumber oksigen ( $O_2$ ) sebagai agen untuk membantu proses pembakaran. Pembakaran dalaman ini bergantung pada jenis bahan api yang digunakan, sama ada petrol, diesel atau gas asli (NGV).

Penggunaan bahan api jenis hidrokarbon, seperti petrol, diesel dan NGV ialah sumber bahan api konvensional terpenting di dunia dalam penghasilan tenaga untuk sistem kenderaan. Secara kimianya, pembakaran bahan api dibantu oleh  $O_2$  untuk menghasilkan tenaga yang disimpan dalam bentuk kg/liter bahan api.

Daripada jumlah tenaga yang berjaya dihasilkan (bergantung pada kualiti pembakaran) dianggarkan hanya antara 20% hingga 35% tenaga digunakan untuk menggerakkan kenderaan. Yang bakinya, iaitu antara 65% hingga 80% tenaga hilang disebabkan oleh gerakan teknikal dalam enjin dan sistem sokongan yang lain.

Antara contoh gerakan teknikal dan sistem sokongan termasuklah faktor geseran di antara komponen yang bergerak dan penggunaan aksesori tambahan yang lain, seperti sistem lampu dan radio. Kehilangan haba yang dipindahkan melalui sistem penyejukan juga turut mempengaruhi kehilangan tenaga dalam sistem enjin.

Kehilangan tenaga dalam sistem enjin mempengaruhi kecakapan mekanikal, seterusnya mempengaruhi pencapaian halaju kenderaan dalam penilaian meter per saat atau km/jam. Faktor ini dipengaruhi oleh daya gerakan

yang dihasilkan dalam unit daya (N) atau dikenali sebagai output daya (FO).

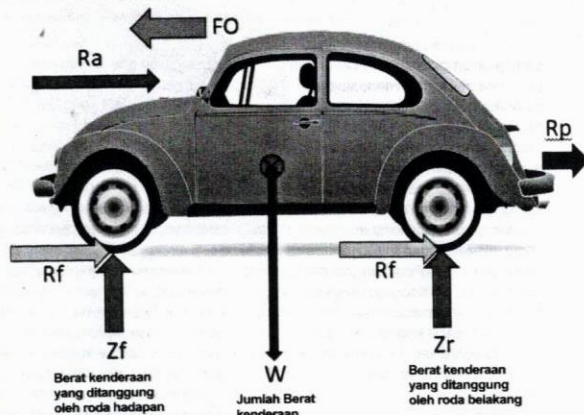
Bagi menganalisis FO kenderaan beberapa faktor rintangan diambil kira. Antara rintangan yang mempengaruhi nilai FO termasuklah rintangan udara (Ra), rintangan gelinciran (Rf), rintangan inersia (Ri) dan rintangan kecerunan (Rg). Sebahagian kenderaan pula

mempunyai beban tambahan, iaitu rintangan penarikan (Rp). Dalam persamaan  $FO = Rf + Ra + Ri + Rg + Rp$ , FO ialah daya gerakan ke hadapan, Rf ialah rintangan geseran, Ra ialah rintangan udara, Ri ialah rintangan inersia dan Rg ialah rintangan bersudut.

Bahan api konvensional, terutamanya petrol, mempunyai kandungan hidrokarbon (HC), iaitu sebatian kimia. Sebatian ini terdiri daripada atom hidrogen yang terikat secara kimia dengan atom karbon. Kandungan sebatian ini bergantung pada jumlah dan jenis ikatan hidrogen, serta atom karbon yang ada dalam petrol.

Hal ini ialah kriteria penting dalam penentuan gred bahan api petrol, terutamanya dalam peningkatan kualiti pembakaran dalam enjin. Pembakaran bahan api petrol (hidrokarbon) memerlukan nisbah 21% oksigen 78% Nitrogen dan satu peratus wap air.

Hidrokarbon dalam bahan api hanya bertindak balas dengan oksigen



Rajah 1 Sumber penghasilan gas cemar bagi sebuah enjin pembakaran dalam. [Sumber; Mohd. Anuar dan Mohd. Nazri (1999)]

apabila berlakunya proses pembakaran, dan seterusnya membentuk wap air ( $H_2O$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ). Proses ini berlaku disebabkan oleh kesan haba dan tekanan yang tinggi di dalam silinder.

Oleh sebab perubahan suhu yang tinggi sebahagian nitrogen bertindak balas dengan oksigen dan membentuk nitrogen oksida (NOx). Gas NOx ialah gas cemar yang sangat berbahaya. Pendedahan terhadap gas ini dalam tempoh tertentu dapat menyebabkan kematian.

Secara puratanya, penghasilan gas cemar yang berpunca daripada karuretor dan tangki bahan api ialah 20% HC pemeluwapan minyak pelincir daripada kotak engkol (20% HC) dan asap ekzos (60% HC, CO dan NOx).

Gas hidrokarbon ialah sebahagian kecil daripada bahan api yang tidak terbakar ketika lejang kuasa dalam kendalian enjin konvensional. Keadaan ini berlaku apabila percikan bunga api daripada palam pencucuh tidak dapat membakar campuran antara udara dengan bahan api secara menyeluruh

bagi setiap ruang di dalam kebuk pembakaran.

Oleh hal yang demikian faktor reka bentuk ruang pembakaran mempengaruhi keadaan ini. Ruang ini dikenali sebagai lindap kejut dinding silinder. Keadaan suhu dinding silinder yang sejuk memadamkan kemaraan api untuk sampai ke semua ruang sebelum semua campuran antara udara dengan bahan api dapat dibakar seratus peratus. Kesan daripada situasi ini, sebahagian kecil hidrokarbon yang tidak terbakar keluar melalui injap ekzos, seterusnya dilepaskan ke udara.

Selain suhu dinding silinder yang sejuk, faktor lain yang dapat menyebabkan kewujudan gas hidrokarbon ialah peninggalan sisa hidrokarbon yang terperangkap dalam liang komponen. Keadaan ini berlaku apabila campuran antara udara dengan bahan api dimampatkan.

Ketika proses pembakaran berlaku sisa hidrokarbon tidak terbakar, tetapi terperangkap, walaupun lejang kuasa berakhir. Walau bagaimanapun,



Ketika proses pembakaran berlaku sisa hidrokarbon tidak terbakar dan menyebabkannya terperangkap, walaupun lejang kuasa berakhir.

disebabkan oleh gerakan ombak ketika lejang ekzos sisa hidrokarbon dipaksa keluar ke salur ekzos, seterusnya dibebaskan ke udara.

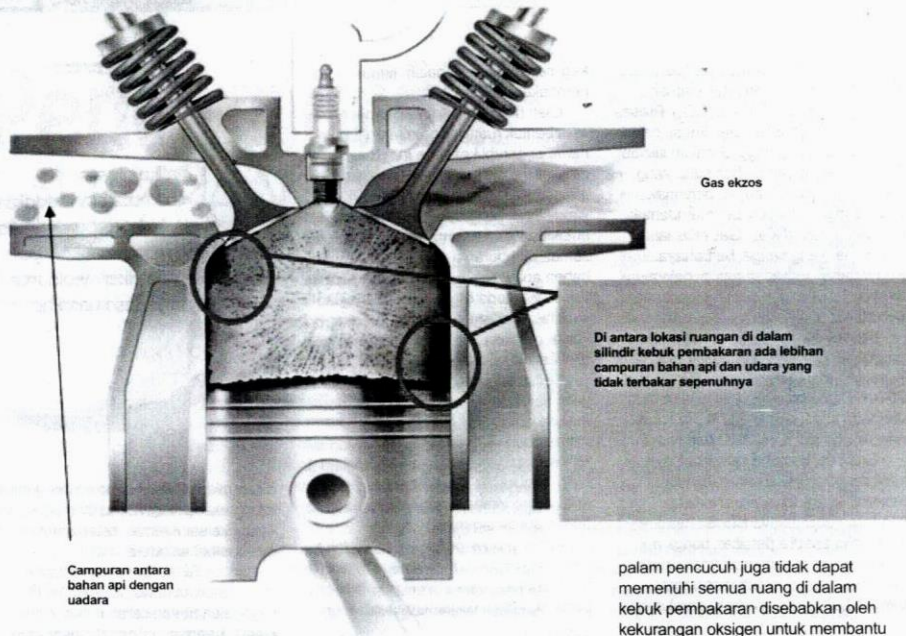
Selain itu, faktor lain yang dapat menyebabkan kewujudan HC ialah kegagalan pembakaran ketika lejang kuasa. Keadaan ini dapat dipengaruhi oleh dua faktor. Yang pertamanya, pencucuhan bunga api oleh palam pencucuh tidak mencukupi untuk membakar semua campuran mampatan antara bahan api dengan udara. Yang keduanya, nisbah campuran antara udara dengan bahan api tidak stabil, sama ada dalam keadaan campuran kaya atau campuran miskin.

Kekerapan kegagalan pembakaran dalam satu pusingan per minit (rpm) menyebabkan peningkatan kandungan hidrokarbon dalam asap ekzos tinggi. Selain itu, suhu udara yang rendah yang memasuki ruang mampatan juga memberikan kesan negatif terhadap kualiti pembakaran disebabkan oleh campuran miskin terhadap nisbah antara udara dengan bahan api.

Gas karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan wap air ( $H_2O$ ) dihasilkan apabila pembakaran campuran antara udara dengan bahan api di dalam enjin berlaku dengan sempurna. Gas  $CO_2$  tidak berbahaya



Rajah 2 Gambaran ruang pembakaran di dalam silinder apabila berlakunya proses pembakaran dalam keadaan lejang kuasa.



Rajah 3 Ruang di dalam silinder kebuk pembakaran.

berbanding dengan hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO) dan nitrogen dioksida (NOx).

Apabila berlakunya peningkatan peratusan CO<sub>2</sub> dalam gas ekzos, pembakaran yang berlaku di dalam enjin sempurna dan prestasi enjin meningkat. Apabila nisbah campuran dapat dicapai dengan sempurna, campuran antara bahan api dengan udara dapat membantu meningkatkan kualiti pembakaran. Hal ini, terutamanya bagi kenderaan awam yang masih menggunakan sistem karburetor sebagai agen campuran antara bahan api dengan udara.

Sumber bahan api petrol yang menggunakan karburetor sebagai agen pengawalan aliran udara dan bahan api hanya bergantung pada tekanan atmosfera dan daya vakum yang

dihasilkan daripada lejang masukan. Pemantauan peningkatan prestasi enjin dan pencemaran ialah satu kebaikan dan satu cabaran bagi kerajaan kerana jumlah kenderaan makin meningkat pada setiap tahun.

Gas cemar jenis karbon monoksida (CO) satu hasil sampingan selepas berlakunya pembakaran tidak lengkap bagi campuran antara bahan api dengan udara yang termampat di dalam kebuk pembakaran. Secara lazimnya, ketidakefektifan pembakaran berlaku disebabkan oleh kekurangan oksigen dalam nisbah mampatan bahan api.

Keadaan ini menyebabkan proses pengoksidaan atom karbon bahan api (petrol) kepada karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) tidak dapat dilakukan sepenuhnya disebabkan oleh kekurangan atom oksigen. Rayapan api daripada

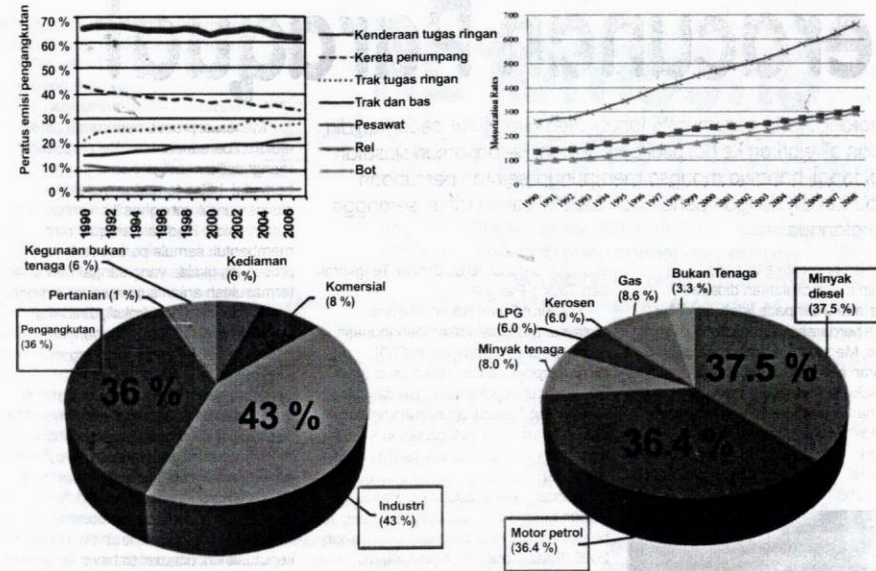
palam pencucuh juga tidak dapat memenuhi semua ruang di dalam kebuk pembakaran disebabkan oleh kekurangan oksigen untuk membantu pembakaran.

Keadaan ini sering berlaku apabila suhu enjin berada di bawah suhu kerja (80 °C), terutamanya ketika menghidupkan enjin bagi tujuan pemanasan enjin pada waktu pagi. Permulaan operasi enjin pada waktu pagi dengan suhu yang rendah menyebabkan kandungan karbon monoksida (CO) meningkat lebih tinggi berbanding dengan kendalian enjin pada waktu biasa.

Selain faktor pembakaran tidak lengkap dan suhu enjin, kewujudan CO juga dapat disebabkan oleh faktor lain. Antaranya termasuklah kebocoran pada pemancit, tekanan bahan api yang terlalu tinggi sehingga menyukarkan proses pengoksidaan antara bahan api dengan oksigen.

Selain itu, suhu enjin yang terlalu tinggi juga memberikan kesan kepada CO. Apabila suhu enjin terlalu panas kemasukan oksigen ke dalam kebuk

## PERATUSAN PENGGUNAAN PETROLEUM DALAM SEKTOR PENGANGKUTAN DI MALAYSIA



Rajah 4 Peratus penggunaan petroleum dalam sektor pengangkutan di Malaysia. [Sumber: H.C. Ong, T.M.J. Mohit dan H.H. Masjuki (2013)]

pembakaran menjadi seimbang dan hanya sedikit karbon monoksida dihasilkan. Tindak balas hidrokarbon dengan oksigen pada suhu tinggi menghasilkan wap air (H<sub>2</sub>O) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).

Kedua-dua gas ini tidak berbahaya berbanding dengan HC, CO dan NOx. Namun begitu, jika suhu enjin terlalu tinggi, H<sub>2</sub>O lenyap dan CO<sub>2</sub> dikurangkan, seterusnya menghasilkan gas nitrogen dioksida (NOx). Keadaan kes sebegini sering berlaku apabila enjin mengalami kerosakan pada sistem penyejukan dan menyebabkan suhu enjin terlalu panas dan kendalian lejang enjin dapat terhenti.

Sektor pengangkutan sektor yang banyak menyumbang kepada

pencemaran gas rumah hijau. Hal ini, terutamanya dalam penggunaan sumber bahan api yang berasaskan fosil. Secara keseluruhannya, peratus penggunaan bahan api jenis petrol ialah 36.4%, manakala diesel 37.5%. Daripada penggunaan ini 36% daripadanya adalah daripada aktiviti sektor pengangkutan berbanding dengan 43% adalah daripada sektor industri.

Kerancangan manusia untuk melakukan aktiviti yang melibatkan sumber tenaga konvensional secara agresif menyebabkan pencemaran dan pemanasan global berlaku. Pemanasan global berlaku, jika kandungan gas rumah hijau yang terperangkap dalam kandungan atmosfera menghampiri antara 70% hingga 80%.

Fenomena pemanasan global ini membimbangkan semua pihak. Kini, banyak pengeluar kenderaan berteknologi hijau untuk mengurangkan pengeluaran kenderaan hidrokarbon.

Dianggarkan bahawa jualan kenderaan berteknologi hijau ini meningkat hingga satu juta antara tahun 2015 hingga tahun 2020, terutamanya bagi keluaran kenderaan jenis sel bahan api. Keadaan ini sedikit sebanyak dapat mengurangkan impak terhadap pencemaran global. Permintaan pengguna pula dijangka berjaya dipenuhi sumber tenaga alternatif yang lebih bersih, terutamanya daripada sektor pengangkutan.