

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Tune Up

1. Pengertian Tune Up

Sebuah kendaraan terdiri dari sejumlah komponen yang digunakan untuk beroperasi dalam kurun waktu tertentu kemampuan ataupun fungsional komponen tersebut akan menurun, hal tersebut dikarenakan terjadinya keausan pada komponen yang terjadi gesekan atau komponen yang mendapatkan tekanan, selain itu ada juga beberapa bagian komponen yang perlu dilakukan penyetelan dan pembersihan. *Tune up* adalah kegiatan menyetel ulang, membersihkan, serta mengganti komponen yang telah rusak atau aus dan melakukan perawatan berkala akibat penggunaan mobil yang terus menerus. Dengan kata lain *tune up* mesin adalah kegiatan untuk mengembalikan kondisi mesin mobil pada kinerja mesin yang optimal. Sedangkan pekerjaan yang dilakukan antara lain adalah menyetel ulang, membersihkan serta mengganti komponen yang telah rusak atau aus.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan *tune up* mesin antara lain, menyiapkan peralatan yang diperlukan, tempat kerja atau bengkel yang tentunya harus bersih. Pastikan kabel dari terminal baterai (*accu*) dilepas. Gunakan penunjang tetap (*jack stand*) jika kendaraan didongkrak.

Jangan menggunakan pahat atau palu untuk membuka mur baut yang susah dibuka, gunakanlah obeng ketok untuk menghindari mur baut lecet atau rusak. Jika diperlukan penggantian *spare parts*, gantilah dengan *spare parts* yang asli dan sesuai spesifikasi yang dianjurkan.

2. Manfaat *Tune Up*

a) Memaksimalkan performa mesin

Seperti yang kita ketahui sebelumnya bahwa kendaraan yang terus dipakai lama-kelamaan akan menurun performanya, sehingga dengan melakukan pekerjaan *tune up* akan membuat performa mesin meningkat atau performa mesin maksimal.

b) Menjaga kondisi dari mesin agar tetap awet

Perawatan kendaraan yang dilakukan secara rutin akan membuat kondisi komponen-komponen mesinnya berumur lebih lama dibandingkan kendaraan yang jarang dirawat.

c) Menghindari kerusakan yang lebih parah

Ketika kondisi mesin sudah menurun dan komponen-komponen mesin sudah minta diganti atau disetel kembali namun pemilik tidak melakukannya maka justru hal tersebut akan membuat komponen-komponen lainnya akan mengalami kerusakan. Oleh sebab itu *tune up* harus dilakukan untuk menghindari kerusakan komponen-komponennya lebih parah.

d) Memastikan semua kondisi mesin dalam kondisi baik

Fungsi *tune up* yang keempat adalah untuk memastikan kondisi mesin selalu dalam keadaan baik sesuai dengan nilai spesifikasinya yang artinya kendaraan selalu siap kapan saja ketika akan digunakan. Contohnya ketika akan menghidupkan kendaraan sekali melakukan starter kendaraan langsung hidup dan tidak perlu melakukan starter berulang-ulang.

e) Menghemat biaya perawatan kendaraan

Kenapa melakukan *tune up* secara berkala dapat menghemat biaya perawatan kendaraan? Hal tersebut dikarenakan dengan melakukan *tune up* secara berkala dapat menghindari resiko kerusakan komponen-komponen mesin kendaraan lebih parah. Ketika komponen-komponen mesin tersebut rusak parah, tentunya biaya yang dikeluarkan untuk melakukan perbaikan akan bertambah.

f) Menghindari macet ketika dalam perjalanan

Fungsi *tune up* yang keenam adalah untuk menghindari agar kendaraan tidak macet secara tiba-tiba ketika sedang dikendarai. Tentunya kondisi tersebut tidak kita inginkan, oleh sebab itu penting sekali melakukan *tune up* kendaraan.

3. Prosedur *tune up*

Prosedur *tune up* harus berurutan, hal tersebut bertujuan supaya tidak terjadi pengulangan pekerjaan, karena servis komponen tertentu dapat berpengaruh

terhadap komponen mesin yang lainnya. Urutan proses *tune up* mobil yang benar adalah sebagai berikut :

a) Saringan udara (*air filter*)

Prosesnya cukup mudah, membuka tutup rumah saringan udara kemudian diambil komponen saringan udara kemudian dibersihkan dengan menggunakan udara bertekanan.

b) Sistem pendingin

1) Memeriksa tinggi air pendingin, ketinggian harus sampai pada garis penuh pada tangki.

2) Memeriksa kemungkinan terdapat :

- Kerusakan pada radiator maupun selang.
- Klem selang yang longgar.
- Berkaratnya kisi-kisi radiator.
- Kebocoran pompa air dan inti radiator.

3) Memeriksa cara kerja tutup radiator.

Dengan menggunakan *radiator cup tester* periksa tegangan pegas dan kedudukan katup vakum dari tutup radiator. Jika tutup membuka pada tekanan dibawah angka spesifikasi maka tutup radiator harus diganti.

Tekanan pembuka katup standart: $0,75 \text{ kg/cm}^2$ - 105 kg/cm^2 , limit: $0,6 \text{ kg/cm}^2$

c) Tali kipas

1) Memeriksa secara visual dari kemungkinan:

- Rusak, berubah bentuk atau tali kipas yang sudah aus.
- Tekena oli atau gemuk.
- Persinggungan yang tidak sempurna antara tali dengan puli.

2) Memeriksa den menyetel kekencangan tali kipas.

Dengan kekuatan tekanan 10 kg, tekanan tali harus menunjukkan kekencangan yang sesuai spesifikasi. Kelenturan tali kipas pada tekanan 10 kg: pompa air-alternator 7-11 mm, poros engkol-kompresor 11-14 mm.

d) Baterai

1) Periksa baterai dari kemungkinan:

- Penyangga baterai berkarat
- Hubungan terminal yang longgar
- Terminal berkarat
- Baterai rusak atau berkarat

2) Pengukuran berat jenis elektrolit baterai:

- Periksa berat jenis elektrolit pada baterai menggunakan hidrometer dengan spesifikasi berat jenis: 1,25 kg/cm³ pada suhu 20°C.

- Periksa banyaknya elektrolit pada setiap sel, jika terdapat perbedaan yang tidak seharusnya, isilah dengan air aki.

e) Oli mesin

1) Periksa tinggi oli mesin.

Tinggi oli mesin harus berada diantara tanda L dan F pada *stick* oli mesin, jika lebih rendah periksa kemungkinan ada kebocoran, jika tidak terjadi kebocoran bisa ditambahkan oli mesinnya.

2) Periksa kualitas oli mesin.

Periksa kualitas dan kekentalan oli mesin, jika oli mesin sudah encer dan berwarna keruh, perlu diganti oli mesinnya.

f) Busi

1) Periksa busi dari kemungkinan.

- Retak atau kerusakan lain pada ulir isolator.
- Gasket rusak atau berubah bentuk.
- Elektroda terbakar atau terdapat kotoran/kerak yang berlebih.

2) Bersihkan busi.

- Bersihkan kerak sisa pembakaran menggunakan sikat kawat hingga bersih.
- Semprot busi dengan kompresor dan keringkan kemudian cek nyala api busi masih bagus atau tidak.

3) Setel celah busi.

Periksa setiap celah busi menggunakan *feller gauge*, standart celah busi maksimal 1 mm. Jika perlu, setel dengan membengkokkan bagian yang menonjol dari elektroda.

g) Kabel tekanan tinggi

Periksa kondisi fisik kabel dari kemungkinan terjadinya retakan atau putus pada kabel. Periksa juga tahanan kabel dengan menggunakan avometer, hubungkan kedua terminal kabel, tahanan kabel harus kurang dari 25 K Ω per kabel.

h) Tekanan kompresi

- 1) Panaskan mesin terlebih dahulu selama 5 menit, kemudian matikan.
- 2) Buka semua busi.
- 3) Lepas kabel tegangan tinggi dari koil supaya aliran sekunder terputus.
- 4) Masukkan alat tes tekanan kompresi ke dalam lubang busi.
- 5) Buka katup *throttle* sepenuhnya dan baca tekanan kompresi sementara mesin diputar dengan motor starter.
- 6) Usahakan pengukuran dilakukan dalam waktu yang tidak terlalu lama.

- 7) Tes kompresi dilakukan pada putaran 250 rpm spesifikasi tekanan kompresi mesin 5K 12,6 kg/cm² limit 9,5 kg/cm², selain mesin 5K 11 kg/cm² limit 9,0 kg/cm².

B. Emisi Gas Buang Kendaraan

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran motor bensin di dalam mesin. Sisa hasil pembakaran motor bensin (*Heptane* C₇H₁₆ dan *Iso Oktana* C₈H₁₈) dengan udara (O₂, N₂, dan unsur yang lain) akan menghasilkan emisi gas buang yang meliputi *Hydrocarbon* (HC), *Carbon Monoxid* (CO), *Carbon Dioxid* (CO₂), *Nitrogen Oxid* (NO_x), *Tetra Ethyl Lead*/Timah Hitam (Pb), dan *Sulfur*/Belerang (SO₂) serta bahan partikulat yang lainnya. Adapun karakteristik dari emisi gas buang adalah:

1. HC atau Hidrokarbon

Hidrokarbon (HC) merupakan unsur senyawa bahan bakar bensin, HC yang ada pada gas buang adalah dari senyawa bahan bakar yang tidak terbakar habis dalam proses pembakaran motor, HC diukur dalam satuan ppm (*part permilion*) (Robert, 1993. Weller, 1989. Spuller, 1987). Hidrokarbon total yang ada di atmosfer menunjukkan korelasi yang positif dengan kepadatan lalu lintas, kebanyakan hidrokarbon yang dilepas adalah metan.

Hidrokarbon merupakan gas *toxic* bagi manusia, hidrokarbon yang bersifat karsinogenik dapat berbahaya karena hidrokarbon didalam udara

mengalami reaksi foto kimia sehingga dapat berubah menjadi gas yang lebih berbahaya dari pada asalnya (menjadi *peroxiasetil nitrat*, *keton*, dan *aldihida*) sehingga hidrokarbon pada konsentrasi yang sedang sampai tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan terutama pada selaput lendir, mata, hidung dan tenggorokan dan jika terakumulasi dalam waktu yang agak lama hidrokarbon juga berpotensi menyebabkan kanker. (Spuller, 1987. Petter, 1989. Robert, 1993. Soemirat, 2004)

Hidrokarbon yang tinggi dapat disebabkan gangguan pada sistem pengapian, misalnya kabel busi yang jelek, koil yang jelek, busi yang jelek, saat pengapian terlalu maju serta tekanan kompresi yang rendah, sehingga dengan adanya gangguan tersebut akan mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna dan menghasilkan emisi HC yang besar.

2. CO atau Karbonmonoksida

Karbonmonoksida (CO) merupakan senyawa gas beracun yang terbentuk akibat pembakaran yang tidak sempurna dalam proses kerja motor, gas CO merupakan gas yang *relative* tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan unsur lain, CO dapat diubah dengan mudah menjadi karbondioksida (CO₂) dengan bantuan sedikit oksigen dan panas, CO diukur dalam satuan % pervolume atau dalam ppm tetapi dalam industry otomotif sesuai dengan alat ukur yang digunakan sering diukur dalam satuan % pervolume (Spuller, 1987. Weller, 1989. Robert, 1993. Anonymoys, 1994).

Karbonmonoksida (CO) akan menyebabkan berkurangnya kemampuan darah dalam menyerap oksigen yang dibutuhkan organ tubuh yang sangat vital yakni otak, paru dan jantung serta jaringan tubuh, akibat dari adanya kandungan CO dalam aliran darah (karena kestabilan karboksimoglobin kira-kira 140 kali kestabilan oksimoglobin sehingga darah akan lebih mudah mengikat CO daripada O₂ yang secara otomatis fungsi darah sebagai pengangkut oksigen untuk bagian vital tubuh menjadi terganggu). CO pada kadar konsentrasi yang rendah sampai sedang akan dapat menimbulkan efek penyakit *Cardiovascular effect* (adanya ancaman kesehatan akibat menghirup CO dalam konsentrasi rendah) serta ancaman yang serius bagi penderita penyakit jantung seperti *angina*, *clogged arteries*, sedangkan efek menghirup CO pada konsentrasi sedang sampai tinggi dapat menyebabkan gangguan langsung pada penglihatan, kemampuan konsentrasi dalam bekerja, kesulitan dalam menyelesaikan rangkaian tugas, dalam konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan kematian (Spuller, 1987. Petter, 1989. Robert, 1993. Wardana, 2001. Soemirat, 2004)

Kadar CO yang besar diakibatkan oleh perbandingan campuran antara bahan bakar bensin dan udara tidak sesuai, dimana kandungan bensin terlalu banyak, tetapi disini walaupun kandungan bahan bakar bensin terlalu banyak tetapi masih dapat terbakar sehingga menghasilkan emisi CO yang besar, CO yang besar dapat disebabkan oleh kesalahan dalam penyetulan

karburator sehingga homogenitas campuran menjadi jelek, *filter* udara yang kotor juga akan mengurangi jumlah udara yang masuk ke dalam silinder.

3. NOx atau Nitrogen Oksid

Adalah unsur dari Nitrogen Oksida (NO) dan Nitrogen Oksida (NO₂) tetapi dalam dunia otomotif sering dinyatakan dalam NOx saja, NOx juga merupakan senyawa gas beracun yang ditimbulkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna serta juga diakibatkan oleh suhu pembakaran diruang bakar yang cukup tinggi (Spuller, 1987. Weller, 1989. Robert, 1993).

NOx adalah gas toksid bagi manusia, efek yang terjadi tergantung pada dosis serta lamanya pemaparan yang diterima seseorang, pada konsentrasi berkisar 50-100 ppm dan terpapar dalam beberapa waktu saja orang dapat terkena peradangan paru-paru, pada fase ini orang masih sembuh kembali dalam waktu 6 sampai 8 minggu, pada konsentrasi 150-200 ppm dapat menyebabkan pemampatan broncholi dan disebut *bronchiolitis fibrosis obliterans*, orang dapat meninggal dunia dalam waktu 3 sampai 5 minggu setelah pemaparan, konsentrasi 500 ppm dapat mematikan dalam waktu 2 sampai 10 hari (Wakdbott, Georgel. 1973 dalam Soemirat, 2004).

4. Pb atau Timah Hitam

Timah hitam (Pb) merupakan senyawa beracun yang terkandung dalam bahan bakar bensin dengan tujuan untuk menaikkan angka oktan bensin sehingga pada waktu pembakaran dalam proses kerja motor tidak

mudah terjadi detonasi atau *knocking* (Spuller, 1987). Timah hitam adalah *neurotoksin* racun penyerang syaraf bersifat akumulatif yang dapat merusak pertumbuhan otak pada anak-anak. Pada saat ini kandungan Pb/timbal dalam premium masih ada walaupun dalam kandungan yang sangat kecil (0,013 gr/l) untuk premium tanpa timbal dan 0,3 gr/l untuk premium dengan timbal, data dari Pertamina (Anonymoys, 2014).

Studi mengungkapkan bahwa dampak timah hitam sangat berbahaya pada anak-anak karena berpotensi menurunkan tingkat kecerdasan (IQ), selain itu timah hitam (Pb) sebagai salah satu komponen polutan udara mempunyai efek toksit yang luas pada manusia dan hewan dengan mengganggu fungsi ginjal, saluran pencernaan, sistem syaraf pada remaja, menurunkan *fertilitas*, menurunkan jumlah *spermatozoa* dan meningkatkan *spermatozoa* abnormal serta aborsi spontan (Anonymoys, 2001).

Timah hitam (Pb) adalah metal kehitaman yang bersifat racun sistemik, keracunan Pb akan menimbulkan gejala-gejala rasa logam di mulut, garis hitam pada gusi, *anorexia*, muntah-muntah, *kolik*, *encephalitis*, *wrist drop*, *irritable*, perubahan kepribadian, kelumpuhan dan kebutaan, *basophilic stippling* dari sel darah merah merupakan gejala *patognomonis* bagi yang terpapar racun Pb, gejala lain adalah berupa *anemia* dan *albuminuria*. Pb organik cenderung menyebabkan *encephalopathy*, pada

keracunan akut terjadi gejala *mengines* dan *cerebral* diikuti dengan *stupor*, koma dan kematian. (Mc Kinney, Jammes. D. 1980 dalam Soemirat. 2004).

5. CO₂ atau Karbon Dioksida

Karbon dioksida (CO₂) merupakan senyawa yang tidak beracun dari hasil pembakaran motor pada kondisi pembakaran yang baik akan dihasilkan CO₂ yang tinggi (min 12% volume), peningkatan CO₂ di atmosfer akan membawa dampak terhadap pemanasan global melalui efek rumah kaca, menurut penelitian *Intergovernmental Panel on Climate Change*, emisi CO₂ antropogenik/hasil kegiatan manusia total adalah 7,1 giga ton karbon per tahun (Weller, 1989. Sumarwoto, 1992. Robert, 1993).

Sumbangan Indonesia pada emisi CO₂ sedunia adalah sekitar 1,3%, dan sumbangan ini terus meningkat karena meningkatnya konsumsi energi, menyusutnya luas lahan hutan dan kebakaran hutan, kadar CO₂ dalam atmosfer pelan-pelan naik dari 280 ppm dalam periode praindustri yaitu sebelum tahun 1750 menjadi 358 ppm pada tahun 1994 (Soemarwoto, 2001), tingkat emisi gas rumah kaca cenderung meningkat dari waktu ke waktu akibat meningkatnya aktivitas manusia setelah era industri.

Apabila laju peningkatan emisi gas rumah kaca ini tidak diturunkan maka dikhawatirkan dalam waktu seratus tahun mendatang, konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer akan meningkat dua kali lipat dari konsentrasi saat ini serta dapat meningkatkan suhu udara global sampai 6,5°C, peningkatan

suhu global sebesar ini akan menyebabkan terganggunya kondisi iklim global dan aktivitas biologis di muka bumi (Boer, 2002 dalam Soemarno, 2006).

6. SO₂ atau Sulfur

Pembakaran bahan bakar, gas dan batubara mengandung *sulfur* tinggi, dan diperkirakan memberi kontribusi sebanyak sepertiga dari seluruh gas SO₂ atmosfer pertahun, akan tetapi karena hampir seluruhnya berasal dari buangan industri dan kendaraan bermotor maka hal ini dianggap cukup mengkhawatirkan, sebab apabila pembakaran bahan bakar fosil ini bertambah di kemudian hari, maka dalam waktu singkat sumber-sumber buatan ini akan dapat memproduksi lebih banyak SO₂ dari pada sumber alamiah, didalam udara sulfur dioksida mengalami reaksi fotokimia dan berubah menjadi berbagai macam senyawa sebelum jatuh ke permukaan bumi, gas SO₂ misalnya dapat teroksidasi menjadi SO₃ yang mempunyai sifat iritan yang lebih kuat daripada SO₂. Selain itu SO₃ ini bekerja sinergistik dengan SO₂ yang selanjutnya baik SO₂ maupun SO₃ dapat bereaksi dengan air dan menjadi asam sulfat yang merupakan iritan yang kuat, jumlah SO₂ dalam udara sangat bervariasi dengan musim maupun dengan keadaan cuaca sehingga didapat variasi yang tidak menentu (Soemirat, 2004).

Wakdbott dan George L (1973) dalam Soemirat (2004) menyatakan bahwa SO₂ dikenal sebagai gas yang tidak berwarna bersifat iritan yang kuat bagi kulit dan lendir, pada konsentrasi 6 sampai 12 ppm SO₂ mudah diserap oleh selaput lendir saluran pernapasan.

Selain berpengaruh terhadap kesehatan manusia sulfur dioksida (SO₂) juga berpengaruh terhadap tanaman, hewan dan gedung-gedung yang mempunyai arti sejarah, patung-patung bernilai seni dapat rusak karena SO₂ mudah menjadi H₂SO₄ yang bersifat korosif, demikian juga yang terjadi pada knalpot kendaraan seringkali terjadi korosi (keropos) yang tidak disadari oleh para pemilik kendaraan.

C. Komposisi Gas Buang Kendaraan Bermotor

Pada keadaan ideal, mesin kendaraan bermotor dengan komposisi campuran bahan bakar pada kondisi stoikiometrik (AFR=14,7) dan pembakaran yang terjadi adalah pembakaran yang sempurna akan menghasilkan emisi gas buang yang mengandung karbondioksida (CO₂), uap air (H₂O) dan nitrogen (N₂). Dalam kondisi aktual, mesin kendaraan bermotor disain untuk komposisi campuran bahan bakar miskin/kurus (*lean mixture*), contoh pada kondisi AFR 12,5 untuk menghidupkan mesin kendaraan bermotor pada saat dingin dan menghasilkan daya maksimal selama kendaraan berakselerasi.

Proses pembakaran pada kendaraan bermotor hampir tidak pernah berlangsung dengan sempurna, sehingga emisi gas buang yang dihasilkan juga

mengandung karbonmonoksida (CO), sisa bahan bakar yang tidak ikut terbakar (hidrokarbon), hydrogen dan beberapa senyawa oksigen (oksida) seperti NOx dengan konsentrasi yang berbeda-beda, tergantung dari kondisi campuran bahan bakar.

Emisi kendaraan bermotor mengandung berbagai senyawa kimia. Komposisi dari kandungan senyawa kimia. Komposisi dari kandungan senyawa kimianya tergantung dari gaya mengemudi, jenis mesin dan alat pengendali bahan bakar. Suhu operasi dan faktor lain yang semuanya ini membuat pola emisi menjadi sedikit rumit.

Jenis emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan berbahan bakar bensin maupun berbahan bakar solar sebenarnya sama saja . hanya berbeda proporsinya saja, perbedaan cara pengoprasian mesin. Secara visual kendaraan dengan bahan bakar solar akan selalu terlihat asap yang keluar dari knalpot kendaraan, berbeda dengan mesin berbahan bakar bensin.

Walaupun gas buang kendaraan bermotor terutama dari senyawa yang tidak berbahaya seperti nitrogen, karbondioksida, tapi di dalamnya terkandung juga senyawa lain dengan jumlah yang cukup besar yang dapat membahayakan bagi kesehatan maupun lingkungan. Bahan pencemar yang terutama terdapat di dalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon, berbagai senyawa nitrogen (NOx) dan sulfur (SOx), dan partikulat debu termasuk timbal (Pb). Bahan bakar tertentu seperti hidrokarbon

dan timbal organik, dilepaskan keudara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar. Lalu lintas kendaraan bermotor juga dapat meningkatkan kadar partikular debu yang berasal dari permukaan jalan yang diakibatkan oleh komponen ban dan rem.

Setelah berada di udara, beberapa senyawa yang terkandung dalam gas buang kendaraan bermotor dapat berubah karena terjadinya suatu reaksi, misalnya dengan sinar matahari dan uap air, atau juga antara senyawa-senyawa tersebut satu sama lain. Proses reaksi tersebut ada yang berlangsung cepat dan terjadi saat itu juga di lingkungan jalan raya, dan adapula yang berlangsung dalam satu rentang reaksi yang panjang dan rumit, yang menghasilkan produk akhir yang dapat lebih aktif atau lebih lemah dibandingkan senyawa aslinya, sebagai contoh, adanya reaksi di udara yang mengubah nitrogen monoksida (NO) yang terkandung di dalam gas bung kendaraan bermotor menjadi nitrogen dioksida (NO₂) yang lebih reaktif, dan reaksi kimia antara berbagai oksida nitrogen dengan senyawa hidrokarbon yang menghasilkan ozon dan oksida lain, yang dapat menyebabkan asap awan fotokimia (*photochemical smog*). Pembentukan *smog* ini kadang tidak terjadi ditempat asal sumber (kota), tetapi dapat terbentuk dipinggiran kota. Jarak pembentukan *smog* ini tergantung pada kondisi reaksi dan kecepatan angin.

Untuk bahan pencemar yang sifatnya lebih stabil seperti limbah (Pb), beberpa hidrokarbon halogen dan hidrokarbon poliaromatik, dapat jatuh ke

tanah bersama air hujan atau mengendap bersama debu dan mengkontaminasi tanah dan air. Senyawa tersebut selanjutnya juga dapat masuk ke dalam rantai makanan yang pada akhirnya masuk ke dalam tubuh manusia melalui sayuran, susu ternak, dan produk lainnya dari ternak hewan.

Emisi gas buang kendaraan bermotor juga cenderung membuat kondisi tanah dan air menjadi asal. Pengalaman di Negara maju membuktikan bahwa kondisi seperti ini dapat menyebabkan terlepasnya ikatan tanah atau sendimen/logam, sehingga logam tersebut dapat mencemari lingkungan.

D. Dampak Pencemaran Udara Akibat Gas Buang

Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar harus mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon. Dalam ruang bakar, campuran udara dan bensin dapat terbakar dengan sempurna apabila bentuk dari ruang bakar tersebut melengkung secara sempurna. Kondisi ini memungkinkan molekul bensin dan molekul udara dapat dengan mudah bertemu untuk bereaksi dengan sempurna pada proses pembakaran. Tapi sayangnya, ruang bakar tidak dapat sempurna melengkung dan halus sehingga memungkinkan molekul bensin seolah-olah bersembunyi dari molekul oksigen dan menyebabkan proses pembakaran tidak terjadi dengan sempurna. Untuk mengurangi emisi HC, maka dibutuhkan sedikit tambahan udara atau oksigen untuk memastikan bahwa semua molekul bensin dapat bertemu dengan molekul oksigen untuk bereaksi dengan sempurna. Ini berarti

AFR 14.7:1 ($\lambda=1.00$) sebenarnya merupakan kondisi yang sedikit kurus, namun inilah sebenarnya yang menyebabkan oksigen dalam gas buang akan berkisar antara 0,5% sampai 1%. Pada mesin yang dilengkapi dengan *Catalytic Converter*, kondisi ini akan baik karena membantu fungsi *Catalytic Converter* untuk mengubah CO dan HC menjadi CO₂. Mesin tetap bekerja dengan baik walaupun AFR terlalu kurus bahkan hingga AFR mencapai 16:1. Tapi dalam kondisi seperti ini akan timbul efek lain pada mesin antara lain, mesin cenderung *knocking*, suhu mesin bertambah, dan emisi senyawa NO_x juga akan meningkat drastis. Normalnya konsentrasi oksigen di gas buang adalah sekitar 1.2% atau lebih kecil bahkan mungkin 0%. Tapi kita harus berhati-hati apabila konsentrasi oksigen mencapai 0%. Ini menunjukkan bahwa AFR cenderung kaya. Dalam kondisi demikian, rendahnya konsentrasi oksigen akan berbarengan dengan tingginya emisi CO. Apabila konsentrasi oksigen tinggi dapat berarti AFR terlalu kurus tapi juga dapat menunjukkan beberapa hal lain. Apabila dibarengi dengan tingginya CO dan HC, maka pada mobil yang dilengkapi dengan *Catalytic Converter* tersebut bisa *Catalytic Converter* nya mengalami kerusakan, bila oksigen terlalu tinggi dan lainnya rendah berarti ada kebocoran pada *exhaust system*. Berikut tabel yang membantu kita memahami kemungkinan yang terjadi pada mesin berdasarkan emisi gas buang:

Tabel 1 Kombinasi Hasil Uji Emisi Beserta Penyebabnya

CO	CO ₂	HC	O ₂	Penyebab
H	L	H	H	AFR terlalu kaya dan pengapian mengalami <i>misfire</i>
H	L	H	L	AFR terlalu kaya dan kerusakan pada <i>thermostat</i> atau <i>coolant sensor</i>
L	L	L	H	Kebocoran pada <i>exhaust system</i>
L	H	L	H	Kegagalan pada <i>injector</i>
H	L	M	H	AFR terlalu kaya
H	H	H	H	Kegagalan pada <i>injector</i> , kombinasi antara SFR terlalu kaya dan kebocoran pada saluran <i>intake</i>
L	L	H	H	Kegagalan pada sistem pengapian, AFR terlalu kurus, kebocoran udara pada saluran antara <i>air flow sensor</i> dan <i>throttle body</i> .
L	H	L	L	Kondisi yang tepat

Keterangan :

L : *Low* (Rendah)

M : *Medium* (Menengah)

H : *High* (Tinggi)

Tabel 2 Kondisi AFR Beserta Efeknya

<i>Condition</i>	<i>Result</i>
AFR terlalu kurus	<ul style="list-style-type: none"> - Power mesin yang melemah drastis - <i>Misfire</i> pada saat <i>cruising</i> atau berjalan pada kecepatan normal - <i>Valve</i> mengalami <i>overheat</i> - <i>Piston</i> mengalami <i>overheat</i> - <i>Cylinder bore</i> mengalami cacat akibat terlalu panas - Terjadi detonasi
AFR agak kurus	<ul style="list-style-type: none"> - Konsumsi bahan bakar yang sangat irit - Emisi gas buang yang sangat rendah - Tenaga mesin sedikit berkurang - Cenderung untuk mengalami detonasi
AFR ideal	Kondisi terbaik untuk semua hal
AFR agak kaya	<ul style="list-style-type: none"> - Tenaga mesin maksimum - Emisi gas buang yang tinggi

	<ul style="list-style-type: none"> - Konsumsi bahan bakar yang agak tinggi - Mesin sulit mengalami detonasi
AFR terlalu kaya	<ul style="list-style-type: none"> - Konsumsi bahan bakar yang sangat boros - Mesin cenderung mengalami <i>misfire</i> - Emisi gas buang sangat tinggi - Pelumas cenderung terkontaminasi - Knalpot mengeluarkan asap hitam - Tenaga mesin berkurang drastis pada putaran rendah - Terjadi penumpukan kerak yang sangat tebal di ruang bakar - Asap kendaraan yang pedih di mata dan saluran pernafasan.

Tabel 3 Kombinasi Hasil Uji Emisi, Penyebab Dan Efeknya

No.	Parameter Emisi	Idle rpm	1000 - 1500 rpm	2500 - 3000 rpm	Catatan setiap parameter emisi	Penyebab Gangguan	Keterangan
1.	CO	>	>	>	Tinggi pada semua rpm	Campuran kaya, tutup karburator rusak, stelan pelampung ketinggian	Asap hitam knalpot, konsumsi bahan bakar tinggi, karburator banjir
	HC	=	=	=	Rata-rata normal		
	CO ₂	<	<	<	Selalu rendah		
	O ₂	=	=	=	Selalu normal		
2	CO	>	>	=	Tinggi pada rpm rendah	Campuran kaya, penyetelan karburator salah, idle jet bermasalah	Asap hitam, konsumsi bahan bakar tinggi, rpm idle kasar
	HC	>	=	=	Tinggi pada rpm idle		
	CO ₂	<	=	=	Rendah pada rpm idle		
	O ₂	=	=	=	Selalu minimum		
3	CO	<	=	=	Tinggi pada rpm idle	Campuran kaya, penyetelan IMAS salah, idle jet kendor	Konsumsi bahan bakar tinggi, rpm idle tidak teratur
	HC	=	=	=	Rata-rata normal		
	CO ₂	<	=	=	Rendah pada		

					rpm idle		
	O ₂	=	=	=	Selalu minimum		
4	CO	<	=	=	Rendah pada rpm idle	Campuran miskin, penyetelan karburator salah, pasokan udara berlebih	Rpm idle tidak teratur, rpm akselerasi tidak teratur, suara ledakan pada kenalpot
	HC	>	=	=	Tinggi pada rpm idle		
	CO ₂	<	=	=	Rendah pada rpm idle		
	O ₂	>	=	=	Tinggi pada rpm tinggi		
5	CO	=	=	=	Rata-rata normal	Pengapian terganggu, kontak point tidak baik, kabel busi rusak, busi salah/rusak, kapasitor rusak, kabel busi terbalik, timing terlalu advance	Konsumsi bahan bakar tinggi, rpm idle tidak teratur, tenaga kurang
	HC	>	>	>	Selalu tinggi		
	CO ₂	<	<	<	Rendah pada rpm idle		
	O ₂	>	>	>	Selalu tinggi		
6	CO	=	=	=	Rata-rata normal	Kompresi rendah, seal valve rusak, ring piston rusak, silinder rusak, intake manifold bocor	Kompresi rendah
	HC	>	>	=	Tinggi pada rpm idle		
	CO ₂	<	<	=	Rendah pada rpm idle		
	O ₂	>	>	=	Tinggi pada rpm tinggi		
7	CO	=	=	=	Rata-rata normal	Pengapian terganggu, timing terlalu maju, pengapian terganggu di rpm tinggi, coil rusak, gap busi	Konsumsi tinggi, tenaga kurang
	HC	=	=	>	Tinggi pada rpm tinggi		
	CO ₂	=	=	<	Rendah pada rpm tinggi		
	O ₂	=	=	=	Rata-rata normal		

						terlalu kecil	
8	CO	>	>	<	Tinggi pada rpm rendah	Campuran kaya, nozzle karburator aus	Konsumsi bahan bakar tinggi, tenaga kurang
	HC	>	=	=	Tinggi pada rpm idle		
	CO ₂	<	<	<	Selalu rendah		
	O ₂	=	=	>	Tinggi pada rpm tinggi		

E. Uji Emisi Kendaraan Bermotor

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama, pengujian emisi ini wajib dilakukan ditempat pengujian milik pemerintah atau swasta yang telah mendapat sertifikasi berdasarkan peraturan perundang-undangan.

Adapun kriteria kendaraan bermotor yang wajib uji emisi, yaitu :

1. Kendaraan Bermotor Tipe Baru

Sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 4 tahun 2009 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru, yang di maksud dengan kendaraan bermotor tipe baru adalah kendaraan bermotor yang menggunakan mesin/transmisi tipe baru yang siap diproduksi dan akan dipasarkan, atau kendaraan bermotor yang sudah beroperasi di jalan tetapi akan diproduksi kembali dengan perubahan disain mesin dan atau sistem transmisinya, atau kendaraan bermotor yang diimpor dalam keadaan utuh/CBU (*completely built-up*) tetapi belum beroperasi di jalan wilayah Indonesia. Kategori kendaraannya yaitu :

- a) Kategori L, yaitu sepeda motor
- b) Kategori M, yaitu kendaraan bermotor roda empat atau lebih dan digunakan untuk angkutan orang yang berpengerak dari percikan bunga api dan penyalaan kompresi.
- c) Kategori N, yaitu kendaraan bermotor roda empat atau lebih yang digunakan untuk angkutan barang yang berpengerak dari percikan bunga api dan penyalaan kompresi.
- d) Kategori O, yaitu kendaraan bermotor penarik untuk gandengan atau tempel yang berpengerak dari percikan bunga api dan penyalaan kompresi.

2. Parameter Uji Emisi

Beberapa aturan mengenai pengendalian polusi sudah diatur dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 4 tahun 2009 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor tipe baru dan UU No. 4 tahun 2009 tentang Lalu Lintas & Angkutan Jalan. Berikut beberapa parameter yang digunakan untuk mengetahui kadar gas buang yaitu:

- a) CO (karbonmonoksida), merupakan salah satu gas yang paling mematikan. Batas toleransi CO hasil pembakaran mesin bensin adalah dibawah 2,5%. Bila lebih dari itu menandakan campuran bahan bakar tidak ideal.

- b) HC (hidrokarbon), kadar HC yang tinggi pada umumnya disebabkan oleh sistem pengapian yang tidak sempurna. Penyebabnya bisa berasal dari kabel busi, koil, hingga busi. Dimping itu kerak yang menumpuk, waktu pengapian yang tidak tepat, piston/dinding silinder yang sudah aus juga menyebabkan HC menjadi tinggi.
- c) CO₂ (karbondioksida). Pembakaran sempurna akan menghasilkan kadar CO₂ yang tinggi. Nilai ambang batas minimal 12%.
- d) O₂ (oksigen), bila kadar CO₂ harus tinggi maka O₂ sebaliknya harus rendah karena udara merupakan komponen penting dalam proses pembakaran. Nilai idealnya O₂ berada pada rentang 0,5-2%.
- e) Lambda, merupakan angka untuk mengetahui perbandingan udara dengan bensin (*air fuel ratio*/AFR). Idealnya nilai AFR berada di angka 1. Bila nilainya lebih dari 1 menandakan campuran kurus. Sedangkan bila kurang dari 1 berarti kaya.

3. Sasaran Uji Emisi

Penyelenggaraan pengujian berkala kendaraan bermotor ditujukan kepada kendaraan wajib uji sebagaimana diatur dalam Undang Undang Nomor 22 Tahun 2009 yaitu sepeda motor, mobil penumpang, mobil bus, mobil barang, dan kendaraan khusus.

Adapun petunjuk pelaksanaan permohonan pengujian berkala kendaraan bermotor (PBKB) adalah sebagai berikut :

- a) Jenis-jenis kendaraan yang dikenakan wajib uji.

Sementara pelayanan pengujian berkala kendaraan bermotor ini belum dapat menjangkau untuk semua kendaraan bermotor, pengujian secara berkala mengutamakan kepada jenis-jenis kendaraan yang intensitas penggunaannya dianggap cukup tinggi, yaitu kereta gandengan, kereta tempelan.

- b) Pengujian kendaraan bermotor bersifat khusus

- 1) Kendaraan bermotor yang mempunyai prototipe campuran, yaitu terdiri dari penumpang dan barang, dengan ruang bagasi dan penumpang terpisah, diuji sebagai mobil barang.
- 2) Kendaraan bemo, bajaj, dan sejenisnya atau kendaraan bermotor roda tiga, diuji sebagai mobil penumpang umum.

- c) Pengujian berkala untuk pertama kali (kendaraan bermotor baru)

Pengujian berkala untuk yang pertama kali (kendaraan bermotor baru) merupakan bentuk pengujian yang dilakukan bagi:

- 1) Kendaraan bermotor baru.

Pengajuan permohonan uji berkala pertama kali bagi kendaraan yang telah memperoleh sertifikasi uji tipe, sertifikat registrasi uji tipe dan tanda lulus uji tipe dibebaskan dari kewajiban uji berkala

untuk yang pertama kalinya selama 6 bulan terhitung sejak diterbitkan STNK untuk yang pertama kali. Untuk itu pemilik/pemegang kendaraan bermotor baru tersebut selambat-lambatnya 1 bulan sebelum berakhirnya masa pembebasan uji berkala berakhir, wajib didaftarkan diunit pelaksana pengujian berkala kendaraan bermotor setempat, dengan menyertakan persyaratan antara lain surat keterangan bebas uji berkala yang berlaku selama 6 bulan sebagai pengganti buku uji surat registrasi uji tipe, STNK, BPKB dan sebagainya.

d) Pengujian berkala berikutnya dan seterusnya (periodik)

Pengujian berkala periodik merupakan lanjutan dari pengujian berkala pertama, dan sudah menjadi kategori kendaraan bermotor wajib uji yang dilakukan setiap 6 bulan sekali, sampai kendaraan bermotor tersebut dilakukan penghapusan/abolisi kendaraan bermotor.

e) Pengujian berkala diluar wilayah (menumpang uji)

Pengujian yang dilaksanakan bagi kendaraan wajib uji dari suatu daerah ke daerah lain, yang telah jatuh tempo, sementara kendaraan bermotor yang bersangkutan masih ada diluar daerah yang tidak memungkinkan untuk dilakukan pengujian kendaraan bermotor secara fisik di daerah asalnya.

4. Prosedur Uji Emisi Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Bensin

Uji emisi kendaraan bermotor ini dilakukan untuk mengukur kadar gas karbon monoksida dan hidrokarbon dengan menggunakan *gas analyzer* pada kondisi idle (kondisi tanpa beban). Pengujian idle dilakukan dengan cara menghisap gas buang kendaraan bermotor ke dalam alat uji *gas analyzer*.

F. Kerangka Pikir

Perawatan kendaraan adalah suatu usaha untuk memelihara keawetan dan kesempurnaan dari komponen kendaraan bermotor agar selalu dalam keadaan baik dan siap pakai. Setiap pabrikan kendaraan bermotor biasanya sudah menentukan perawatan rutin atau berkala untuk mesin, hal tersebut bertujuan agar kerja komponen dalam mesin dapat bekerja dengan baik. Kegiatan ini terdiri dari pembersihan (*cleaning*), pemeriksaan (*checking*), pelumasan dan pendinginan (*lubricating and cooling*), penyetelan (*adjusting*), perbaikan (*repairing*) dan turun mesin (*over haul*). Beberapa usaha yang dilakukan dalam perawatan kendaraan bermotor seperti:

1. Menyetel mesin (*tune up*) secara berkala karena mesin yang besar setelahnya dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar sampai 10%-20% (tergantung kondisi kendaraan). *Tune up* yang dimaksud adalah servis berkala sesuai dengan rekomendasi produsen. *Tune up* secara berkala dilakukan setiap 20.000 km.

2. Memeriksa dan mengganti saringan udara. Saringan udara adalah komponen yang mempengaruhi tingkat konsumsi bahan bakar. Saringan udara yang sudah rusak biasanya berwarna hitam karena debu dan kotoran, sehingga menghambat masuknya udara. Saringan udara yang kotor karena debu dapat dibersihkan dengan angin setelah 5.000 km, namun sebaiknya diganti setiap 20.000 km.
3. Pelumasan mesin dan mengganti oli mesin setiap 5.000 km, karena oli yang bersih dapat mencegah keausan yang disebabkan oleh gesekan antar komponen yang bergerak dan menghilangkan unsur-unsur berbahaya dari mesin, oli juga berfungsi sebagai pendingin mesin, maka oli akan cepat kotor dan menjadi encer. Jika maka oli tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Ketika hal tersebut tidak dilakukan oleh pemilik kendaraan, maka akan timbul beberapa masalah, salah satunya emisi gas buang kendaraan bermotor yang berlebihan. Emisi kendaraan bermotor yang berlebihan diyakini mengakibatkan atau mempunyai kontribusi yang cukup luas terhadap gangguan kesehatan masyarakat. Gangguan yang lazim dikenal akibat emisi kendaraan bermotor ini antara lain: gangguan saluran pernafasan, sakit kepala, iritasi mata, mendorong terjadinya serangan asma, penyakit jantung dan penurunan kualitas intelegensia pada anak-anak. Beberapa penelitian terakhir bahkan menemukan bahwa ternyata emisi gas buang kendaraan yang berlebih juga

dapat menyebabkan kanker. Tentu hal tersebut pastinya tidak kita inginkan, oleh karena itu pada proyek akhir ini penulis akan menguji seberapa besar efektifitas tune up terhadap emisi gas buang kendaraan dengan metode sebagai berikut:

