

## A. Pengaruh Timbel

### ANGKA OKTAN DAN PENCEMARAN UDARA

Oleh : J. Purwosutrisno Sudarmadi

Kebanyakan orang mengira bahwa angka oktan adalah identik dengan mutu bensin. Padahal angka oktan hanyalah satu diantara sekian banyak parameter pada spesifikasi bahan bakar bensin. Yang patut di sayangkan adalah kenyataan bahwa kalangan profesional dan pengambil kebijakan masih banyak yang menganggap angka oktan merupakan ukuran pokok untuk penilaian mutu bensin sehingga mengabaikan faktor-faktor yang lain yang besar pengaruhnya pada kinerja mesin dan lingkungan hidup. Rupanya masih sedikit yang menyadari bahwa bila ditinjau dari kepentingan lingkungan hidup, khususnya masalah pencemaran udara, angka oktan justru perlu untuk diupayakan agar tidak berlebihan, bahkan sedapat mungkin dikurangi sampai batas optimal. Angka oktan menunjukkan kemampuan bahan bakar bensin mencegah terjadinya detonasi/ketukan pada proses pembakaran dalam bensin. Memang bila angka oktan tidak memadai, maka ketukan yang terjadi dapat merusak mesin atau mengurangi kinerja dan efisiensi mesin. Tapi penyesuaian angka oktan tidak bertujuan menambah kandungan energi bensin, melainkan untuk memanfaatkan semaksimal mungkin energi yang dapat diperoleh pada proses pembakaran dan melindungi mesin terhadap kerusakan akibat detonasi. Meskipun demikian, nilai kalori bensin yang dinaikkan oktannya dapat tetap atau berubah sesuai jenis bahan pengungkit oktan yang dipakai.

Di samping angka oktan, yang penting kita perhatikan pada spesifikasi bensin sehubungan dengan masalah pencemaran udara, antara lain ialah yang berhubungan dengan :

- Sifat penguapan (*volatility*), yaitu *Rvp (reid vapour pressure)* dan *ASTM distillation*.
- Stabilitas terhadap oksidasi.
- Komposisi kimia bensin, terutama kandungan senyawa pengungkit oktan TEL, senyawa-senyawa *sulfur, olefinic hydrocarbone, benzene*, dan *aromatic hydrocarbone* lainnya.
- Penggunaan *oxygenate*, aditif *antioxidant*, *metal deactivator* dan aditif deterjen yang efektif.

Makin tinggi *Rvp* atau makin rendah titik didih awal sampai titik didih 30 % penguapan dari *ASTM distillation*, akan makin tinggi tingkat penguapan. Fraksi bensin yang mudah menguap tersebut adalah sumber utama *VOCs (Volatile Organic Compounds)* yang ada di udara perkotaan. Bila yang menguap tinggi kadar *olefins I* dan *aromatic*-nya, maka dampak terhadap lingkungan dan kesehatan akan makin buruk karena selain bersifat racun dan *carcinogenic* (penyebab kanker), senyawa-senyawa tersebut juga sangat reaktif. Dibawah pengaruh suhu panas dan sinar matahari, *VOCs* akan bereaksi dengan  $\text{NO}_x$  (*Nitrogen oxides*) dan membentuk *ground level ozone (O<sub>3</sub>)*. Ozon merupakan komponen utama dari *smog.*, yaitu kabut yang terdiri dari partikel-partikel halus, lazim disebut *particulate matter*. Partikel di bawah 10 micron (*PM10*) bersama  $\text{O}_3$  dan  $\text{NO}_x$  dapat merusak dan melemahkan fungsi paru-paru serta bagian-bagian lain dari sistem pernapasan.

Stabilitas kimia bensin masa kini pada umumnya makin rendah akibat perlunya penyesuaian terhadap naiknya *compression ratio* dari mesin-mesin generasi baru serta program global menurunkan/menghapuskan TEL (*Tetra Ethyl Lead*). Untuk memenuhi kebutuhan oktan, kilang-kilang terpaksa menggunakan HOMC (*high*

*Octane Mogas Component*) yang kebanyakan mempunyai kadar *olefins* dan *heavy aromatic* yang tinggi. Jenis-jenis hidrokarbon tersebut sering disebut “*dirty octane*” yaitu oktan yang kotor terhadap mesin maupun lingkungan. Senyawa-senyawa tersebut memiliki ikatan-ikatan karbon tak jenuh (ikatan rangkap) yang sangat reaktif. Hasil reaksi oksidasi dan polimerisasi dari senyawa-senyawa tersebut adalah *gum* (getah). Endapan getah menjadi deposit yang mengotori karburator, *injector* serta *intake manifold*. Deposit yang terbentuk juga merekat sebagai kerak pada *intake valve* sampai dalam *combustion chamber*) ruang bakar. Lapisan kerak tersebut akan menaikkan *compression ratio* dan suhu ruang bakar dengan akibat detonasi (ngilistik), menaikkan kebutuhan oktan dari mesin serta meningkatnya emisi gas buang beracun sebagai hasil pembakaran tak sempurna yaitu, CO, NO<sub>x</sub> dan *UHC* (*Unburned hydrocarbon*). Selanjutnya reaksi NO<sub>x</sub> dan UHC dapat menimbulkan racun-racun udara lainnya yaitu O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> bahkan PM<sub>2.5</sub> yang sangat berbahaya bagi kesehatan.

Untuk meningkatkan stabilitas bensin, harus ditambahkan aditif *antioxidant* dan *metal deactivator*. Untuk menanggulangi berbagai dampak negatif dari terbentuknya gum dan deposit pada *intake system* dan *combustion chamber*, harus dipakai aditif deterjen yang mampu membersihkan seluruh sistem induksi sampai ke ruang bakar.

Dampak terhadap lingkungan dan kesehatan dari Nox dan *hydrocarbon* telah kami singgung diatas. CO (*carbon monoxide*) yang merupakan komponen gas buang yang sangat berbahaya untuk kesehatan perlu juga kita bahas berikut ini. CO adalah gas yang tidak berwarna, juga tidak ada rasa maupun bau. Meskipun tidak langsung merusak paru-paru, tapi bila terhirup dan masuk kedalam aliran darah, akan terikat secara kimia dengan *hemoglobin* dalam sel-sel darah merah membentuk *carboxy-hemoglobin*. Terikatnya *hemoglobin* oleh CO akan melumpuhkan kemampuannya untuk mengangkut oksigen ke otak, jantung dan organ tubuh yang lain karena CO mengikat *hemoglobin* 220 kali lebih kuat dari O<sub>2</sub> (oksigen). Keracunan gas CO dapat berakibat koma bahkan kematian (terutama dalam ruangan tertutup.) Bila sering terhirup CO, tubuh mudah letih dan kemampuan kerja menurun. Mengenai daya racun *TEL*, mungkin sudah lebih banyak diketahui masyarakat, yaitu terutama dapat menurunkan tingkat kecerdasan (IQ) dan perkembangan mental / emosi pada anak-anak balita. Keracunan timbel juga menimbulkan kenaikan tekanan darah dan kerusakan organ-organ vital terutama ginjal, hati dan otak.

Kendaraan bermotor merupakan sumber utama ( $\pm$  70%) dari seluruh emisi racun diudara. Angka yang pernah dilaporkan oleh World Bank untuk biaya kesehatan secara nasional akibat pencemaran udara hampir dapat dipastikan diatas 2 trilyun rupiah per tahun. Tapi kiranya semua orang sependapat bahwa cacat tubuh (karena operasi), perpendekan umur dan kematian tidak dinilai dengan uang. Meskipun pemerintah sudah lama mencanangkan program langit biru, namun sayangnya spesifikasi bensin di Indonesia hanya mencantumkan sebagian dari kriteria teknis tersebut di atas. Super TT yang disebut sebagai bensin yang ramah lingkungan memang tidak lagi mengandung senyawa timbel (TEL), tapi sebaliknya olefins dan aromatic hydrocarbon-nya sangat tinggi. Ditambah lagi tidak adanya aditif deterjen dalam bensin jenis manapun di Indonesia, menunjukkan masih rendahnya mutu bensin kita bila ditinjau dari segi lingkungan hidup. Kecuali dengan penambahan *oxygenate* (biasa MTBE) dan HOMC dalam bentuk *isomerate* atau *alkylate*, maka cara-cara lain untuk peningkatan angka oktan akan selalu berpengaruh buruk pada lingkungan. Karena adanya ketentuan teknis pemakaian MTBE (max. 2.7 % oksigen) dan terbatasnya produksi *alkylate* dan *isomerate* di dunia, maka secara umum dapat dikatakan bahwa makin tinggi angka oktan, maka makin tinggi pula tingkat pencemaran yang diakibatkan oleh penggunaan bensin. Hal tersebut dapat mudah

dimengerti karena disamping TEL, komponen-komponen bensin beroktan tinggi (HOMC) yang jamak dipakai yaitu *n-butane*, *cat. Cracked gasoline* dan *reformate* akan meningkatkan *Rvp* atau meningkatkan kadar *olefins* dan *aromatic hydrocarbon*.

Semua jenis mesin kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin, tanpa kecuali, akan mengalami kenaikan kebutuhan oktan setelah jarak pemakaian tertentu. Istilah yang lazim dalam bahasa Inggris adalah *ORI (Octane Requirement Increase)*. Gejala *ORI* sudah lama diketahui dan merupakan penyebab pemborosan yang cukup besar bagi industri perminyakan maupun para pemilik mobil berbahan bakar bensin. Akibat adanya *ORI*, angka oktan bensin selain harus sepadan dengan *compression ratio* dari mesin, masih harus pula ditambah sejumlah oktan yang dianggap perlu untuk penyesuaian nilai rata-rata *ORI* yang terjadi. Semakin tinggi angka oktan, semakin tinggi pula biaya pembuatan bensin karena peningkatan pemakaian TEL dan/atau HOMC. Kedua jenis bahan pengungkit oktan tersebut selain mahal juga lebih banyak menimbulkan pencemaran udara seperti yang telah kita bahas di atas.

Kemajuan teknologi kimia dibidang aditif bahan bakar kini telah mampu mengurangi *ORI* yang terjadi pada mesin dan memungkinkan perbaikan kinerja *anti knock* (anti ngilitik) yang praktis, ekonomis dan bersih lingkungan. Kemampuan mengurangi *ORI* dari aditif bensin generasi terbaru berhubung langsung dengan kemampuannya membersihkan timbunan kerak pada katup-katup dan dalam ruang bakar mesin. Aditif bensin dari generasi terbaru juga mampu mengurangi emisi gas  $\text{NO}_x$  yang selama ini belum dapat dicapai dengan aditif generasi sebelumnya. Aditif bensin dari generasi lama yang tidak dapat membersihkan ruang bakar hanya mampu mengurangi emisi gas  $\text{CO}$  dan *hydrocarbon*. Penggunaan aditif bensin generasi lama bahkan menambah extra *ORI* sebagai akibat deposit ruang bakar yang lebih banyak. Banyak aditif bensin generasi lama juga mengandung unsur *chlor* yang pada proses pembakaran dapat menimbulkan senyawa *dioxin* yang sangat beracun.

Berhubung kemampuan kilang kita masih terbatas pada produksi HPMC dari jenis – jenis *reformate*, *poly-gasoline* dan *cat-cracked gasoline* yang tinggi kadar *olefins* dan *aromatics*-nya, tidaklah wajar bila kita menuntut dalam waktu singkat untuk mencapai kadar *benzene*, *olefins* dan *aromatic* setingkat dengan misalnya "*reformulated gasoline*" di A.S. Namun dengan biaya yang masih terjangkau, setidaknya kita dapat lebih lanjut menurunkan TEL dalam bensin dan menggantinya dengan MTBE. Selain itu diperlukan juga penambahan *antioxidant*, *metal deactivator* dan aditif yang sanggup membersihkan ruang bakar, menurunkan  $\text{NO}_x$  (disamping  $\text{CO}$  dan *hydrocarbon*), serta *anti-ORI*. Bila ini dilaksanakan, pencemaran udara akan menurun secara nyata dalam waktu relatif singkat, sehingga program langit biru tidak lagi hanya merupakan slogan belaka. Untuk itu kita harus dapat berpikir secara integral sesuai kepentingan nasional, bukan hanya mempertimbangkan rugi-laba produsen bahan bakar. Perlu kita pahami bahwa penghematan nasional yang akan diperoleh setidaknya puluhan kali lebih besar dari biayanya.

Sebagai kesimpulan, untuk memaksimalkan upaya mem-"biru"-kan bensin dalam rangka program langit biru, harus diupayakan pemakaian semaksimal mungkin komponen "*clean octane*" yaitu *alkylate*, *isomerate*, *MTBE* dan penggunaan aditif yang mampu menurunkan *ORI* dan  $\text{NO}_x$ . Yang paling layak secara ekonomis untuk segera dilaksanakan adalah penggunaan *MTBE* dengan batasan minimum untuk mengganti paling tidak sebagian TEL dan aditif deterjen yang anti *ORI* di samping *antioxidant* dan *metal deactivator*. Semoga tulisan ini dapat membantu meningkatkan kesadaran dan kepedulian kita terhadap mutu udara yang kita konsumsi setiap saat. Bukankah kecerdasan generasi penerus, kesehatan masyarakat dan terlebih kehidupan itu sendiri tak ternilai dengan uang?