

PELUANG MMT (*METHYLCYCLOPENTADIENYL MANGANESE TRICARBONYL*) SEBAGAI ADITIF PENINGKAT ANGKA OKTANA BENSIN ALTERNATIF

Zainuddin Fatoni¹, Maya Matofani²

¹ Program Studi Teknik Analisis Laboratorium Migas, Politeknik Akamigas Palembang

² Program Studi Teknik Pertambangan Batubara, Politeknik Akamigas Palembang

Abstrak

Kesadaran akan masalah pencemaran dalam dasawarsa terakhir ini, menyebabkan beberapa negara membatasi penggunaan senyawa timbal dalam bensin. Suatu percobaan telah dilakukan untuk mengevaluasi aditif MMT (Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl) guna dibandingkan mutunya dengan TEL (Tetra Ethyl Lead) yang sejak lebih dari 70 tahun yang lalu telah digunakan. Percobaan ini dilakukan bersama-sama dengan tim teknisi dari Ethyl Corporation yang memproduksi MMT dimaksud. Hasil percobaan membuktikan, penggunaan MMT dosis 9 ~ 36 mgram Mn/liter dari basis angka oktana komponen bensin sebesar 77.3 dan 82.5 RON, kenaikan angka oktana hanya berkisar antara 1.7 ~ 4.1 RON. Angka oktana tersebut jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan penggunaan TEL dengan dosis relatif kecil yaitu 0.08 ~ 0.28 mgram Pb/liter, namun mampu meningkatkan angka oktana (actane gain) berkisar antara 2.8 ~ 7.9 RON terhadap sampel uji yang sama.

Kata kunci : metil, angka oktana, aditif.

Abstract

Conscious of environment problem in latest decade, to cause many countries to define application lead compound in motor gasolines. The experiment has conducted for evaluation quality of MMT (Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl) additive to compare with TEL (Tetra Ethyl Lead) that is more than 70 years ago to be used. The experimentation has carried out together with technician team of Ethyl Corporation to be produced MMT meant. The experimental has shown, for in behalf of MMT 9 ~ 36 mgram Mn/litre concentration base on motor gasoline components of 77.3 and 82.5 Research Octane Number (RON), the increase octane number roundabout of 1.7 ~ 4.1 RON. This actane gain lower than TEL with smallish concentration of 0.08 ~ 0.28 mgram Pb/litre, now with standing to be able increase the actane gain roundabout of 2.8 ~ 7.9 RON on the same test samples.

Key words : methyl, octane number, additive.

I. Pendahuluan

Kesadaran akan masalah pencemaran dalam dasawarsa terakhir ini, menyebabkan beberapa negara membatasi penggunaan senyawa timbal dalam bensin. Terhitung mulai tanggal 1 Januari 1986, Badan lindungan lingkungan Amerika serikat (EPA) telah melakukan pembatasan senyawa *Tetra Ethyl Lead* (TEL) dalam semua jenis bensin sampai 0.026 gram Pb/liter atau setara dengan 0.1 ml TEL/AG yang kemudian diikuti oleh hampir seluruh

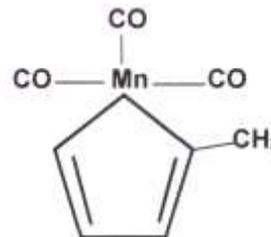
negara didunia. TEL dengan rumus molekul $Pb(C_2H_5)_4$ sudah mulai dikomersilkan sejak tahun 1923. Memang harus diakui, TEL sangat efektif untuk meningkatkan angka oktana bensin dengan biaya yang relatif rendah, namun TEL sangat beracun dan memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap beban pencemaran udara (Carl Herling, 1990). Sehubungan dengan hal tersebut diatas, Pemerintah melalui Surat Keputusan Dirjen Migas No.21/K/72/DDJM/1990, telah

memberlakukan MTBE (*Methyl Tertiary Buthyl Ether*) sebagai komponen peningkat angka oktana bensin yang dikenal dengan bensin Premix, waktu itu. MTBE adalah ether yang terdiri dari gugus methyl dan buthyl dengan rumus molekul $C_5H_{12}O$. Bahan ini sangat berhasil sebagai komponen peningkat angka oktana, karena mempunyai perilaku pencampuran yang memuaskan dengan hidrokarbon. Angka oktannya relatif tinggi berkisar antara 116 ~ 118 RON (Taniguchi, 1979). Memang harus diakui disatu pihak MTBE ramah lingkungan, namun dilain pihak harganya sangat mahal dan campurannya sebagai komponen dalam bensin relatif besar yaitu 10 % volume, sehingga diperlukan usaha-usaha diantaranya menggunakan aditif organometalik jenis lain, yaitu MMT (*Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl*). Percobaan ini dilakukan bersama-sama dengan tim teknisi dari *Ethyl Corporation* yang memproduksi MMT dimaksud, bertempat di laboratorium Pertamina RU-III. Tujuan percobaan adalah untuk memperoleh sejumlah data sebagai bahan kajian lebih lanjut, apakah MMT berpeluang jika digunakan sebagai aditif peningkat angka oktan bensin alternatif atau sebagai *supplement additive*, mengingat dewasa ini TEL semakin langka dipasaran.

II. Dasar Teori

1. Deskripsi MMT

MMT (*Methylcyclopentadienyl Manganese Tricarbonyl*) adalah salah satu jenis aditif organometalik yang mempunyai rumus molekul $CH_3C_5H_4Mn(CO)_3$ atau rumus struktur sebagai berikut :



Bahan kimia ini berfungsi untuk meningkatkan angka oktana bensin yang diproduksi oleh sebuah perusahaan yang cukup ternama, *Ethyl Corporation* dengan merek dagang *HiTEC 3000 Performance Additive*. Beberapa sifat fisika MMT diantaranya : berupa cairan berwarna orange, densitas pada 20°C sebesar 1.38 grm/ml, tidak larut didalam air, tekanan uap pada 20°C sebesar 0.05 mmHg, bersifat racun dan peka terhadap sinar matahari, sehingga diperlukan cara-cara khusus dalam penanganannya. Sifat-sifat fisika MMT selengkapnya disajikan pada tabel 1 (Ethyl's, 1999).

Tabel 1. Sifat-sifat Fisika MMT (HiTEC 3000)

No.	Parameter	Satuan	Sifat / hasil
1	Appearance	-	Orange liquid
2	Density @ 20°C	grm/ml	1.38
3	Weight per US gallon	lbs	11.5
4	Dynamic Viscosity	cP	5.2
5	Freezing Point	°C	minus 1
6	Flash Point by TCC	°C	96
7	Vapour Pressure @ 20°C	mmHg	0.05
8	Manganese Content	%wt	24.4

MMT sebagai aditif peningkat angka oktan berbagai jenis bensin, telah diperkenalkan dan dikembangkan oleh *Ethyl Corporation* sejak tahun 1961. Dibandingkan dengan TEL, bahan ini memiliki beberapa keunggulan diantaranya : dapat mengurangi emisi gas nitrogen oksida (NO_x) dan karbon monoksida (CO), tidak meracuni katalis

pada *catalytic converters* yang dipasang pada mobil serta relatif lebih aman terhadap kesehatan. Berdasarkan pengalaman dilapangan, dosis MMT berkisar antara 9 ~ 36 mgram Mn/liter, dapat meningkatkan angka oktan bensin berkisar antara 2 ~ 4 RON. Dengan menggunakan MMT, kenaikan angka oktan (*octane gain*) dapat

diprediksi yang secara matematis dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{RON gain} = 0.0615 (\text{Mn}^{0.5}) [42.75 - 0.3868 (\text{RON}) - 0.02168 (\text{A})]$$

- RON : Research Octane Number
 Mn : Konsentrasi MMT, mgram Mn/liter
 A : Kadar Aromatic dalam sampel metode ASTM D-1319, % volume.

Untuk keperluan Laboratorium guna mengetahui kenaikan angka oktan

komponen bensin jika ditambah dengan MMT, telah diproduksi secara khusus *HiTEC 3000 Performance Additive Dilute* kemasan 1 liter. Pada tabel 2 disajikan korelasi antara kandungan logam Mangan (Mn) dalam satuan mgram/liter atau mgram/AG pada setiap penambahan *HiTEC 3000 Dilute*. Dengan demikian setiap penambahan *HiTEC 3000 dilute* sebanyak 1.0 ml kedalam 400 ml sampel yang akan diuji, berarti terkandung 10 mgram logam Mn/liter atau setara dengan 37.9 mgram Mn/AG (Ethyl's, 1999).

Tabel 2. Korelasi antara Penambahan *HiTEC 3000 Dilute* dengan kadar Mn

HiTECH 3000 Dilute (ml / 400 ml sample)	mgram Mn / AG	mgram Mn / liter
0.9	34.1	9.0
1.0	37.9	10.0
1.2	45.4	12.0
1.5	56.8	15.0
1.8	68.1	18.0
2.0	75.7	20.0
3.6	136.3	36.0

2. Komposisi Hidrokarbon Bensin

Bensin, sebagai fraksi minyak bumi yang mempunyai trayek didih berkisar antara 40 sampai 200°C, terdiri dari campuran hidrokarbon 4 sampai 12 atom karbon (Gruse,1960). Bensin yang diperoleh dari distilasi langsung (*primary process*) minyak bumi, pada umumnya terdiri dari hidrokarbon rantai lurus atau bercabang (parafine) dan sebagian lagi dalam jumlah yang kecil hidrokarbon jenuh rantai lingkaran (naphthene). Hidrokarbon dengan struktur cincin aromatik terdapat dalam jumlah sangat kecil, kecuali pada beberapa minyak bumi tertentu, sementara hidrokarbon alifatik rantai tidak jenuh (olefin) biasanya tidak terdapat dalam bensin hasil distilasi langsung minyak bumi.

Namun, dalam prakteknya bensin siap pakai merupakan hasil ramuan dari berbagai komponen hasil pengolahan, baik hasil distilasi langsung minyak bumi maupun hasil dari proses lanjutan

(*secondary process*) seperti reformasi, perengkahan, alkilasi dan isomerisasi, sehingga bensin yang dipasarkan sebagai bensin siap pakai mengandung berbagai ragam senyawa hidrokarbon termasuk yang alifatik dan aromatik, yang jenuh dan tidak jenuh, yang mempunyai rantai terbuka dan rantai lingkaran, yang rantai lurus dan rantai bercabang. Perbandingan kandungan masing-masing golongan hidrokarbon bergantung pada ramuan produsen bensin jadi tersebut.

Cincin aromatik biasanya merupakan komponen bensin yang disukai karena mempunyai angka oktana tinggi, oleh karena itu proses pengolahan bensin sering disertai dengan usaha menambah kandungan aromatik melalui proses reformasi. Jumlah kandungan fraksi bensin yang terdapat didalam minyak bumi adalah terbatas dan bergantung pada masing-masing minyak bumi itu sendiri. Untuk mencukupi akan kebutuhan bahan bakar ini, jumlah fraksi dapat ditambah dengan cara

perengkahan fraksi-fraksi berat (yang mengandung atom karbon lebih banyak) menjadi fraksi bensin dengan jumlah atom karbon 4 sampai 12 seperti disebutkan diatas.

Akan tetapi proses perengkahan ini menghasilkan hidrokarbon tidak jenuh, yaitu olefin. Olefin tersebut walaupun mempunyai angka oktana relatif tinggi, namun tidak stabil dan cenderung membentuk getah-getah yang tidak dikehendaki. Hidrokarbon yang terbanyak terdapat dalam bensin hasil distilasi langsung minyak bumi, seperti disebutkan diatas adalah hidrokarbon jenuh rantai lurus yang relatif mempunyai angka oktana rendah dibandingkan dengan hidrokarbon jenis lain. Bensin siap pakai diramu dari berbagai komponen untuk mendapatkan sifat-sifat yang memenuhi spesifikasi, antara lain angka oktana, ASTM distilasi, tekanan uap dan lain-lain (Gruse, 1960).

3. Angka Oktana

Angka oktana (*octane number*) adalah suatu bilangan yang menyatakan mutu pembakaran (*ignition quality*) dari suatu bahan bakar untuk mesin kendaraan dengan sistem penyalan busi (*spark ignition engine*). Angka oktana dinyatakan sebagai persentase iso oktan dalam campuran antara iso oktana dan normal heptana, yang dalam kondisi pemeriksaan memberikan intensitas ketukan (*knock intensity*) yang sama dengan sampel yang sedang diperiksa. Iso oktana dan normal heptana disebut sebagai bahan bakar pembanding utama (*primary reference fuels*). Berdasarkan kesepakatan internasional, maka untuk iso oktana atau yang lazim disebut *2,2,4 trimetil pentane* memiliki nilai oktana 100 sedangkan untuk normal heptana diberi nilai nol. Jika angka

oktana suatu sampel lebih kecil dari 100, diukur dengan mesin CFR (*Cooperative Fuel Research*) jenis F₁ metode ASTM D-2699 atau untuk angka oktana lebih besar dari 100 dengan mesin CFR jenis F₂ metode ASTM D-2700. Metode riset (F₁) mengukur angka oktana bensin pada keadaan operasi sedang yang menggambarkan kecenderungan bensin mengalami ketukan (*knock*) pada kecepatan biasa. Metode motor (F₂) mengukur angka oktana pada kondisi operasi yang lebih berat yang menggambarkan kecenderungan bensin akan mengalami ketukan pada tugas berat seperti mendaki tanjakan atau kecepatan tinggi.

Mesin CFR mulai dikembangkan pada tahun 1930 oleh pabrik pembuatnya Waukesa di Amerika serikat. Pada prinsipnya mesin CFR sama dengan mesin kendaraan umum 4 langkah biasa, namun perbandingan kompresinya dapat diatur sesuai dengan tinggi rendahnya perkiraan angka oktana dari suatu sampel yang sedang dianalisa. Mesin CFR dilengkapi dengan *ignation coil*, *detonation meter*, *knock meter*, pengatur perbandingan kompresi serta berbagai komponen elektronik. Sinyal detonasi yang ditangkap oleh *pickup* yang berada diatas ruang bakar, melalui amplifier diteruskan ke alat pengukur ketukan atau *knock meter*. Kondisi operasi mesin CFR jenis F₁ dan F₂ seperti suhu *crankcase*, pendingin mesin, kelembaban udara serta perbandingan udara dan bahan bakar adalah sama. Perbedaan yang mencolok adalah suhu udara masuk dan derajat penyalan busi sebelum piston mencapai titik mati atas serta putaran mesin. Kondisi operasi mesin CFR jenis F₁ dan F₂ selengkapnya disajikan pada tabel 3 (Anonim, 1993).

Tabel 3. Kondisi operasi mesin CFR jenis F₁ dan F₂

No.	Parameter	CFR F1	CFR F2
1	Engine speed, rpm	600 ± 6	900 ± 6
2	Crankcase oil temperatures, °C	135 ± 15	135 ± 15
3	Coolant temperature, °F	212 ± 3	212 ± 3
4	Air intake humidity, grains/lb dry air	25 ~ 50	25 ~ 50
5	Air intake temperatur, °F	125 ± 2	100 ± 5
6	Mixture temprature, °F	-	300 ± 2
7	Spark advence °btdc	13	Varies
8	Fuel air ratio	Ajusted for maximum knock	

4. Sensitifitas Bahan Bakar

Sensitifitas bahan bakar atau *fuel sensitivity* secara umum mencerminkan komposisi kimia / hidrokarbon dari suatu komponen bensin atau senyawa kimia murni. Hidrokarbon aromatik dan olefin mempunyai *fuel sensitivity* relatif tinggi dibanding dengan hidrokarbon parafin rantai lurus atau bercabang dan naphthene. Iso oktan dan normal Heptane masing-masing mempunyai *fuel sensitivity* sebesar nol. Dengan alasan tersebut maka keduanya

digunakan sebagai bahan bakar pembanding (*reference fuels*). *Fuel sensitivity* tidak lain adalah selisih antara angka oktan riset (RON) yang diperiksa menggunakan mesin CFR F₁ metode ASTM D-2699 dengan angka oktan motor (MON) yang diperiksa menggunakan mesin CFR F₂ metode ASTM D-2700. Perbandingan *fuel sensitivity* dari beberapa komponen bensin dan hidrokarbon murni, disajikan pada tabel 4 (Carl Herling, 1990).

Tabel 4. Perbandingan *fuel sensitivity*

No.	Jenis sampel	RON	MON	Fuel Sensitivity
1	Iso oktane	100	100	0
2	Normal heptane	0	0	0
3	Toluene	124	112	12
4	Light Alkylate	94	91	3
5	Light reformate	90	80	10
6	Cracked gasoline	80	70	10
7	Catalytic naphtha	91	79	12
8	Polymer gasoline	95	80	15

III. Metodologi Penelitian

1. Sampel Uji

Sampel uji adalah lima buah bensin komponen yang mewakili proses produksi untuk produk bensin siap jual, yang diramu dengan komposisi tertentu dari 11 buah bensin dasar, baik yang berasal dari *primary* maupun *secondary process*. Ke lima sampel uji dimaksud diberi kode bensin 1, bensin 2, bensin 3, bensin-4 dan bensin 5. Bensin-1 dan bensin-2 dipersiapkan untuk memproduksi bensin jenis premium, sedangkan bensin-3 sampai dengan 5 dipersiapkan untuk memproduksi bensin jenis pertamax. Percobaan ini dilakukan di laboratorium kilang Pertamina *refinery* unit-III seksi penelitian dan pengembangan bersama-sama dengan tim teknisi dari *Ethyl Corporation*. Masing-masing kedalam sampel uji ditambah dengan MMT sebanyak 9, 18, 27 dan 36 mgram Mn/liter menggunakan buret yang dirancang khusus berwarna coklat untuk menghindari pengaruh sinar matahari. Selama penambahan aditif dimaksud, teknisi yang menanganinya harus menggunakan alat pelindung diri lengkap

dan dikerjakan dalam lemari asam yang standar. Pada dasarnya *Ethyl Corporation* merekomendasikan dosis MMT dalam satuan mgram Mn/liter seperti yang telah disampaikan diatas, namun dengan alasan untuk memudahkan dalam pelaksanaan percobaan sehingga akan diperoleh akurasi yang tinggi, maka satuan dimaksud dikonversikan kedalam satuan ml MMT/AG, menurut perhitungan sebagai berikut :

Berat atom (BA) Mn = 55 gram
 Berat molekul (BM) MMT = 218 gram
 Density MMT @ 20°C = 1.38 gram/ml,
 maka :

$$1 \text{ ml MMT} = 1.38 \text{ gram} \times (55 \text{ grm}/218 \text{ gram})$$

$$1 \text{ ml MMT} = 0.348 \text{ gram Mn} \text{ atau } 1 \text{ gram Mn} = 2.8736 \text{ ml MMT} \dots\dots\dots(1)$$

$$1 \text{ AG (American Gallon)} = 3.78533 \text{ liter} \text{ atau } 1 \text{ liter} = 0.2642 \text{ AG.}$$

$$\text{Jika } 18 \text{ mgrm Mn/liter} = 0.018 \text{ grm Mn} \times 3.78533/\text{AG} = 0.0681 \text{ grm Mn/AG} \dots\dots\dots(2)$$

Berdasarkan persamaan (1) dan (2), maka untuk :

18 mgm Mn/liter = (0.0681 gram Mn/AG) x (2.8736 ml MMT/gram Mn) = 0.196 ml MMT/AG atau jika dibulatkan menjadi 0.2 ml MMT/AG.

Identik dengan perhitungan diatas, maka untuk :

9 mgm Mn/liter setara dengan 0.1 ml MMT/AG

18 mgm Mn/liter setara dengan 0.2 ml MMT/AG

27 mgm Mn/liter setara dengan 0.3 ml MMT/AG

36 mgm Mn/liter setara dengan 0.4 ml MMT/AG

Mewakili keempat jenis sampel uji tersebut, khusus untuk sampel uji bensin-1 dan bensin-2, kemudian dilakukan penambahan TEL sebanyak 0.08, 0.14, 0.22 dan 0.28 mgm Pb/liter dengan maksud untuk mengetahui besarnya perbedaan kenaikan angka oktana (*octane gain*) antara TEL dan MMT. Jenis dan komposisi sampel uji dimaksud, selengkapnya disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Jenis dan komposisi sampel uji

Jenis Komponen		Bensin-1	Bensin-2	Bensin-3	Bensin-4	Bensin-5
SR. Tops CD-III,	% vol	3.4	9.7	-	-	-
SR. Tops CD-IV,	% vol	3.4	9.7	-	-	-
Naphtha-II CD-II,	% vol	3.1	1.6	-	-	-
Naphtha-II CD-III,	% vol	8.5	4.3	-	-	-
Naphtha-II CD-IV,	% vol	8.2	4.2	-	-	-
Naphtha-II CD-V,	% vol	15.5	7.9	-	-	-
Naphtha-I CD-V,	% vol	8.0	4.0	-	-	-
Naphtha CD-VI,	% vol	11.4	5.8	-	-	-
Naphtha RDU I & II,	% vol	5.5	2.8	-	-	-
LOMC ex Tank O-11,	% vol	-	-	30	27	25
HOMC ex RFCCU,	% vol	33	50	70	73	75

2. Peralatan Pengujian

Seperti diketahui bahwa, angka oktana adalah analisa yang paling penting dari semua jenis analisa untuk bahan bakar bensin, oleh karena itu dalam percobaan ini analisa diarahkan khusus untuk analisa angka aktana saja. Satu-satunya cara untuk menentukan mutu pembakaran bahan bakar bensin adalah dengan menggunakan mesin CFR (*Cooperative Fuel Research*) yang dinyatakan sebagai angka oktana. Angka oktana diukur dengan mesin CFR jenis F₁ metode ASTM D-2699 atau dengan mesin CFR jenis F₂ metode ASTM D-2700. Metode riset (F₁) mengukur angka oktana bensin lebih kecil dari 100 yang menggambarkan kecenderungan bensin mengalami ketukan (*knock*) pada kecepatan biasa. Metode motor (F₂) mengukur angka oktana lebih besar dari 100 yang menggambarkan kecenderungan bensin akan mengalami ketukan pada tugas berat

seperti mendaki tanjakan atau kecepatan tinggi. Angka oktana dinyatakan sebagai persentase iso oktana dalam campuran antara iso oktana dan normal heptana, yang dalam kondisi pemeriksaan memberikan intensitas ketukan (*knock intensity*) yang sama dengan sampel yang sedang diperiksa. Iso oktana dan normal heptana disebut sebagai bahan bakar pembanding utama (*primary reference fuels*), untuk iso oktana atau yang lazim disebut *2,2,4 trimetil pentane* memiliki nilai oktana 100 sedangkan normal heptana diberi nilai nol (Guthrie, 1960). Mesin CFR dilengkapi dengan *ignation coil*, *detonation meter*, *knock meter*, pengatur perbandingan kompresi serta berbagai komponen elektronik. Peralatan mesin penguji angka oktana jenis F₁ yang dirancang khusus untuk analisa angka oktana lebih kecil dari 100, selengkapnya disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Mesin pengujian angka oktana jenis F₁

Sumber : Laboratorium Pertamina RU-III

3. Prosedur Pengujian

Setelah semua sampel uji sudah disiapkan, langkah berikutnya dilakukan pengujian angka oktana. Mengingat bahwa mesin pengujian angka oktana tersebut dilengkapi dengan berbagai peralatan elektronik yang sangat sensitif, maka sesuai dengan prosedur ASTM D-2699 sebelum alat tersebut digunakan untuk pengujian sampel, diharuskan untuk melakukan standarisasi / kalibrasi, minimal satu kali dalam 24 jam. Adapun prosedur standarisasi dimaksud, kemudian dilanjutkan pengujian sampel, secara ringkas dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Hidupkan mesin CFR sekitar 30 menit hingga mencapai kondisi operasi sesuai dengan tabel 3 diatas.
- b. Buat sampel standarisasi / kalibrasi yang merupakan campuran antara toluene 66 %volume dan 34 %volume normal heptana, masing-masing dengan kemurnian 99.9 %. Sampel ini harus memberikan angka oktana 85.0 ± 0.3 RON.
- c. Masukkan kedalam salah satu tabung dari empat buah tabung sampel yang tersedia, atur *fuel regulator* sedemikian rupa sehingga terjadi pembakaran, atur perbandingan kompresi dan *fuel float level* sehingga terdengar bunyi mesin yang spesifik.
- d. Atur kedua tombol pada *detonation meter* sedemikian rupa, sehingga jarum pada *knock meter* menunjukkan angka stabil, misalnya 51, kemudian baca

posisi *micrometer* sebagai perkiraan sementara angka oktana.

- e. Buat bahan bakar pembanding pertama (*reference fuel-1*), yang merupakan campuran antara 84 %volume iso oktana dan 16 %volume normal heptana, masukkan kedalam salah satu tabung seperti diatas.
- f. Dengan cara yang sama atur kedua tombol pada *detonation meter* sedemikian rupa, sehingga jarum pada *knock meter* menunjukkan angka stabil, misalnya 64.
- g. Buat bahan bakar pembanding kedua (*reference fuel-2*), yang merupakan campuran antara 86 %volume iso oktana dan 14 %volume normal heptana, masukkan kedalam salah satu tabung seperti diatas.
- h. Dengan cara yang sama atur kedua tombol pada *detonation meter* sedemikian rupa, sehingga jarum pada *knock meter* yang berada diatas panel kendali menunjukkan angka stabil, misalnya 46.
- i. Ulangi prosedur pada butir d sampai dengan butir h masing-masing tiga kali, ambil nilai rata-rata masing-masing. Hitung secara interpolasi, sehingga angka oktana dari sampel standar kalibrasi harus 85.0 ± 0.3 RON.
- j. Selanjutnya mesin CFR sudah siap digunakan untuk pengujian angka oktana sampel. Pekerjaan ini dapat dilakukan mulai dari butir “c” sampai butir “i”, yang berbeda hanya terletak

pada butir “e” dan butir “g”, yaitu bahan bakar pembanding pertama dan kedua. Hal ini disesuaikan dengan tinggi rendahnya perkiraan angka oktana dari sampel yang sedang diperiksa.

IV. Hasil dan Pembahasan

1. Bensin-1 dan bensin-2

Bensin-1 dan bensin-2 adalah bensin komponen yang dipersiapkan untuk memproduksi bensin jenis premium. Bensin-1 diramu dari 9 jenis bensin dasar yang diambil langsung dari beberapa *crude distiller unit* yang berada dilingkungan

Pertamina RU-III sebanyak 67 % volume dan 33 % volume Cat Naphtha (HOMC) yang merupakan produk dari unit perengkahan katalitik atau RFCCU. Sementara bensin-2 diramu dari bahan yang sama namun komposisi masing-masing bensin dasar berbeda yang berjumlah 50 % volume dan 50 % volume Cat Naphtha. Jenis dan komposisi kedua komponen bensin dimaksud, selengkapnya disajikan pada tabel 5, sementara tabel-6 adalah dosis dan perbandingan angka oktana menggunakan MMT dan TEL.

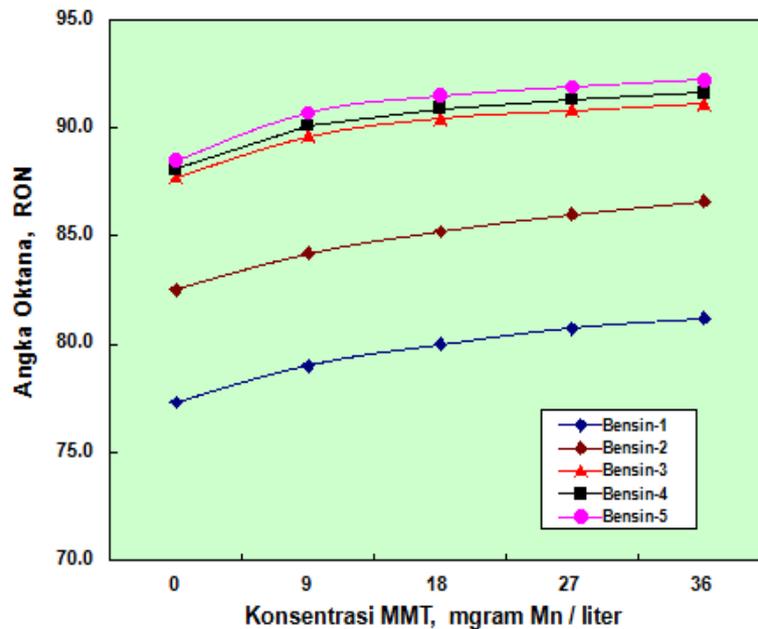
Tabel 6. Perbandingan Angka Oktana menggunakan MMT dan TEL

Jenis Aditif	Konsentrasi Aditif	Bensin-1	Bensin-2	Bensin-3	Bensin-4	Bensin-5
		Angka Oktana, RON				
MMT	0 mg Mn/ltr setara 0 ml MMT/AG	77.3	82.5	87.7	88.1	88.5
	9 mg Mn/ltr setara 0.1 ml MMT/AG	79.0	84.2	89.6	90.1	90.7
	18 mg Mn/ltr setara 0.2 ml MMT/AG	80.0	85.2	90.4	90.9	91.5
	27 mg Mn/ltr setara 0.3 ml MMT/AG	80.7	86.0	90.8	91.3	91.9
	36 mg Mn/ltr setara 0.4 ml MMT/AG	81.2	86.6	91.1	91.6	92.2
TEL	0 mg Pb/ltr setara 0 ml TEL/AG	77.3	82.5	-	-	-
	0.08 mg Pb/ltr setara 0.3 ml TEL/AG	80.1	85.3	-	-	-
	0.14 mg Pb/ltr setara 0.5 ml TEL/AG	82.4	87.6	-	-	-
	0.22 mg Pb/ltr setara 0.8 ml TEL/AG	83.9	89.1	-	-	-
	0.28 mg Pb/ltr setara 1.0 ml TEL/AG	85.2	90.2	-	-	-

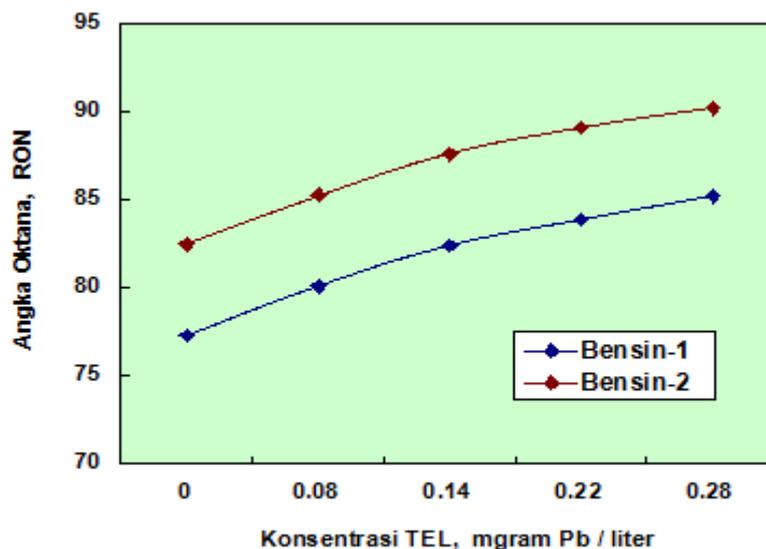
Sumber : Laboratorium Pertamina RU-III

Bensin-1, tanpa penambahan aditif apapun mempunyai angka oktana dasar 77.3 RON, setelah ditambah dengan MMT 9 mg/ml Mn/liter angka oktana yang diperoleh 79.0 RON. Pada penambahan 36 mg/ml Mn/liter yang merupakan konsentrasi maksimum, hanya mampu meningkatkan angka oktana menjadi 81.2 RON, artinya *octane gain* hanya sebesar 3.9 RON. Sementara untuk bensin-2, dengan basis angka oktana 82.5 RON, pada penambahan maksimum konsentrasi hanya mampu menaikkan angka oktana menjadi 86.6 RON. Dengan demikian bensin-1 dan bensin-2 pada penambahan maksimum konsentrasi hanya mampu meningkatkan angka oktana atau *octane gain* berkisar

antara 1.7 ~ 4.1 RON saja. Dari basis sampel yang sama, jika dibandingkan dengan penambahan TEL konsentrasi 0.08 mg/ml Pb/liter angka oktana yang diperoleh sebesar 80.1 RON untuk bensin-1 dan 85.3 RON untuk bensin-2 atau *octane gain* masing-masing sebesar 2.8 RON. Pada penambahan 0.28 mg/ml Pb/liter mampu meningkatkan angka oktana menjadi 85.2 RON untuk bensin-1 dan 90.2 RON untuk bensin-2 atau menghasilkan *actane gain* berkisar antara 2.8 ~ 7.9 RON. Informasi yang berkaitan dengan dosis penambahan aditif MMT dan TEL serta perbandingan kenaikan angka oktana yang diperoleh, selengkapnya disajikan pada tabel-6, gambar-2 dan gambar-3.



Gambar 2. Kenaikan angka oktana menggunakan MMT



Gambar 3. Kenaikan angka oktana menggunakan TEL

Sumber : Laboratorium Pertamina RU-III

2. Bensin-3, bensin 4 dan bensin-5

Ke tiga jenis bensin dimaksud adalah bensin komponen yang dipersiapkan untuk memproduksi bahan bakar bensin jenis pertamax, oleh karena itu angka oktana dasarnya sudah mendekati angka 90 RON. Komposisi campurannya terdiri dari Cat Naphtha yang lazim disebut HOMC (*High Octane Mogas Component*) yang diperoleh

dari unit perengkahan katalitik (RFCCU) dan LOMC (*Low Octane Mogas Component*) yang mewakili seluruh unit pengolahan pertama dilingkungan Pertamina RU-III yang sudah dikumpulkan di tank O-11. Komposisi dari ke tiga jenis bensin dimaksud selengkapnya disajikan pada tabel 5 diatas.

Bensin-3 yang merupakan campuran antara 30 %volume LOMC dengan 70 %volume HOMC angka oktana dasar sebesar 87.7 RON. Pada penambahan MMT konsentrasi 9 mgram Mn/liter, kenaikan angka oktana sebesar 1.9 RON, sedangkan pada penambahan maksimum konsentrasi yaitu 36 mgram Mn/liter hanya mampu meningkatkan angka oktana hingga 91.1 RON. Sementara bensin-4 yang merupakan campuran antara 27 %volume LOMC dengan 73 %volume HOMC angka oktana dasar sebesar 88.1 RON. Pada penambahan 9 mgram Mn/liter, kenaikan angka oktana sebesar 2.0 RON, sedangkan pada penambahan maksimum konsentrasi yaitu 36 mgram Mn/liter hanya mampu meningkatkan angka oktana hingga 91.6 RON.

Bensin-5 yang merupakan campuran antara 25 %volume LOMC dengan 75 %volume HOMC angka oktana dasar sebesar 88.5 RON. Pada penambahan 9 mgram Mn/liter, kenaikan angka oktana sebesar 2.2 RON, sedangkan pada penambahan maksimum konsentrasi yaitu 36 mgram Mn/liter hanya mampu meningkatkan angka oktana hingga 92.2 RON. Artinya dengan basis angka oktana dasar sebesar 85.5 RON baru dapat memproduksi bensin jenis pertamax pada penambahan MMT maksimum konsentrasi yaitu 36 mgram Mn/liter.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil serangkaian percobaan dan pembahasan seperti yang telah disampaikan diatas, maka dapat diambil beberapa butir kesimpulan, diantaranya :

1. Bensin-1 dan bensin-2 yang mempunyai angka oktana dasar sebesar 77.3 dan 82.5 RON pada penambahan MMT hingga maksimum konsentrasi yaitu 36 mgram Mn/liter, hanya mampu meningkatkan angka oktana atau *octane gain* berkisar antara 1.7 ~ 4.1 RON saja.
2. Dari basis sampel yang sama, jika dibandingkan dengan penambahan TEL dengan konsentrasi yang relatif kecil yaitu 0.08 ~ 0.28 mgram Pb/liter, namun mampu meningkatkan angka oktana berkisar antara 2.8 ~ 7.9 RON. Dengan kata lain, peluang MMT sangat kecil sebagai aditif alternatif.
3. Bensin-3, bensin-4 dan bensin-5 yang mempunyai angka oktana dasar masing-masing sebesar 87.7, 88.1 dan 88.5 RON, pada penambahan MMT hingga maksimum konsentrasi, hanya mampu meningkatkan angka oktana berkisar antara 1.9 ~ 3.7 RON.
4. Untuk memproduksi bensin jenis pertamax yang memenuhi spesifikasi, baru dapat dilakukan jika komponen bensin mempunyai angka oktana dasar sekitar 88.5 RON dan penambahan MMT maksimum konsentrasi yaitu 36 mgram Mn/liter.

Daftar Pustaka

- Anonim, 1993, *Annual Book of ASTM (American Society for Testing and Materials) Standards*, volume 05.01, Philadelphia.
- Carl Herling, 1990, *Fuels and Lubricants*, California.
- Ethyl's Technical Information, 1999, *HiTEC 3000 Performance Additive*, USA.
- Gruse, William, A., 1960, *Chemical Technology of Petroleum*, third edition, McGraw hill book Company, New York.
- Guthrie,B., Virgil, 1960, *Petroleum Products Handbook*, fourth edition, New York.
- Taniguchi,B., Johnson, 1979, *MTBE for Octane Improvement*, Chem-Tech, New York.