

# Oksigenat Methyl Tertiary Buthyl Ether Sebagai Aditif Octane Booster Bahan Bakar Motor Bensin

Philip Kristanto

Dosen Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin - Universitas Kristen Petra

## Abstrak

Oksigenat Methyl Tertiary Buthyl Ether (MTBE),  $C_5H_{12}O$  sebagai alternatif pengganti Tetra Ethyl Lead (TEL),  $Pb(C_2H_5)_4$  yang digunakan sebagai komponen peningkat angka oktan bahan bakar bensin. Namun, perlu dilakukan pengujian bagaimana pengaruh konsentrasinya terhadap angka oktan, sifat volatilitas bahan bakar dan unjuk kerja motor. Untuk motor yang menggunakan karburator, bahan bakar cair harus cukup mudah menguap untuk menyediakan campuran udara dan uap bahan bakar pada temperatur masuk dan menyediakan secara lengkap campuran udara dan uap bahan bakar didalam silinder sebelum terbakar.

Kata kunci: Oksigenat, angka oktan, volatilitas.

## Abstract

Oxygenates Methyl Tertiary Buthyl Ether (MTBE),  $C_5H_{12}O$  as an alternative substance for Tetra Ethyl Lead (TEL),  $Pb(C_2H_5)_4$  which is used as substance to increase octane number gasoline fuel. However, need to be tested how its concentration influence about octane number, volatility fuel and engine performance. For engines with carburettor, the liquid fuel must be volatile enough to produce a combustible fuel vapour air mixture at intake temperature and to produce completely fuel vapour air mixture inside the cylinder before combustion.

Keywords: Oxygenates, octane number, volatility.

## Daftar Notasi

$B_{hp}$	daya kuda poros, $hp$
$N_m$	putaran motor, $Rpm$
$P$	beban, $Newton$
$T$	torsi, $N - m$

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Sesuai dengan perkembangan teknologi otomotif, pada dasawarsa terakhir ini tentunya perlu diimbangi dengan kualitas dari bahan bakar yang digunakan. Salah satu parameter untuk menentukan kualitas bahan bakar adalah angka oktannya. Jika angka oktan bahan bakar yang digunakan terlalu rendah, maka timbul gejala ketukan (knocking) pada motor dan selanjutnya akan mengurangi performansi motor secara keseluruhan. Untuk meningkatkan performa dari bahan bakar pada

dasarnya ditambahkan sejumlah Tetra Ethyl Lead (TEL),  $Pb(C_2H_5)_4$  sebagai bahan aditif anti-ketukan.

Pada proses pembakaran bahan bakar yang mengandung senyawa TEL dihasilkan senyawa  $Pb$  anorganik,  $PbO$  (Oksida  $Pb$ ) pada gas buang dan pada umumnya dapat bertahan di atmosfer untuk kurun waktu yang cukup lama. Senyawa oksida  $Pb$  di udara dan di alam ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernafasan maupun rantai makanan. Dampak negatif yang ditimbulkan jika senyawa tersebut berada di dalam tubuh manusia akan mempengaruhi kecerdasan dan menurunkan IQ terutama pada anak-anak, menimbulkan permasalahan tekanan darah tinggi maupun penyakit pembuluh darah jantung. Berdasarkan dampak negatif yang ditimbulkan akibat penggunaan TEL sebagai bahan aditif untuk bahan bakar, maka penggunaan TEL di negara maju dan sebagian negara sedang berkembang sudah dilarang.

Beberapa senyawa alternatif *non-logam*, misalnya *metanol*, *etanol*, *anilin* dan eter pada dewasa ini dikembangkan untuk menggantikan TEL sebagai bahan aditif. Salah satu diantara

**Catatan** : Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Juli 2002. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Mesin Volume 4 Nomor 2 Oktober 2002.

senyawa tersebut adalah *Methyl tertiary Butyl Ether* (MTBE),  $CH_3OC_4H_9$ , sebagai senyawa organik yang tidak mengandung logam dan tidak membentuk senyawa peroksida yang berbahaya bagi lingkungan.

Karakteristik bensin didasarkan pada beberapa parameter sesuai dengan penggunaannya dalam kendaraan bermotor. Beberapa karakteristik tersebut diantaranya adalah *angka oktan*, sifat *volatilitas* dari bahan bakar yang diberi tambahan MTBE. Untuk mengetahui kualitas dari senyawa bensin yang ditambahkan MTBE perlu dilakukan pengujian performansi motor bakar bensin yang menggunakan persenyawaan bahan bakar tersebut.

## 1.2 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Persiapan sampel  
Sampel yang digunakan dalam pengujian ini:
  - Bensin murni (tanpa MTBE)
  - Bensin murni + 5 % volume MTBE
  - Bensin murni + 10 % volume MTBE
  - Bensin murni + 15 % volume MTBE
  - Bensin murni + 20 % volume MTBE
  - Bensin murni + 25 % volume MTBE
- Pengujian  
Pengujian angka oktan, volatilitas dan tekanan uap Reid dari masing-masing sampel dilakukan di PPT Migas, Cepu, sedangkan pengujian performansi motor yang meliputi keluaran daya poros dan torsi motor dilakukan di Laboratorium Motor Bakar, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra.

## 2. Teori Dasar

### 2.1 Fenomena Ketukan

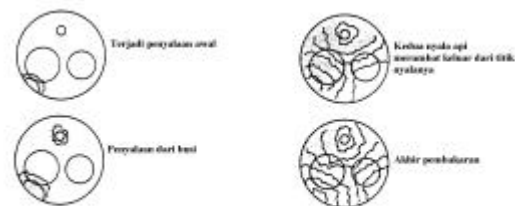
Ketukan (*knocking*) merupakan suatu fenomena penyalaan spontan yang mengakibatkan pembakaran tidak normal di dalam silinder. Pada proses pembakaran normal penyalaan bunga api diawali dari busi sehingga terjadi pembakaran awal campuran udara-bahan bakar dan merambat hingga titik terjauh dari busi di ruang bakar (gambar 1).

Pada proses pembakaran yang tidak normal dimana terjadi *penyalaan awal* (*preignition*) bahan bakar karena meningkatnya suhu dan tekanan di dalam silinder karena proses kompresi. Disamping itu tepat pada saat akan

berakhirnya langkah kompresi terjadi penyalaan karena percikan bunga api listrik dari busi, sehingga campuran udara-bahan bakar di sekitar busi terbakar. Kedua proses pembakaran ini mengakibatkan perambatan nyala api dimana masing-masing bergerak menjauhi titik nyalanya dan pada akhirnya terjadi pertemuan atau tumbukan antara kedua proses pembakaran tersebut. Tumbukan antara kedua proses pembakaran ini menimbulkan suara berisik di dalam motor yang dikenal dengan *fenomena ketukan* (*knocking*). Peristiwa ini ditunjukkan dalam gambar 2.



Gambar 1. Pembakaran Sempurna



Gambar 2. Proses pembakaran tidak sempurna

Untuk meningkatkan daya pada motor dapat dilakukan dengan meningkatkan perbandingan kompresi, tetapi semakin tinggi perbandingan kompresi suatu motor maka temperatur yang dicapai pada saat langkah kompresi juga semakin tinggi. Pada saat terjadi percikan bunga api listrik dari busi, maka terjadilah gelombang ledakan yang diawali dari titik penyalaan. Akibatnya temperatur dari bagian campuran udara-bahan bakar di luar gelombang ledakan akan meningkat lebih tinggi lagi. Hal inilah yang mengakibatkan campuran udara-bahan bakar tersebut mempunyai kecenderungan untuk terbakar dengan sendirinya.

### 2.2 Angka Oktan

Pada umumnya angka oktan suatu bahan bakar dinyatakan dengan besar *prosen volume iso-oktana* dalam campuran yang terdiri dari iso-oktana (jenis bahan bakar hidrokarbon yang tak mudah berdetonasi dan dinyatakan sebagai bahan bakar dengan angka oktan-100) dan normal-heptana (bahan bakar hidrokarbon

rantai lurus yang mudah berdetonasi dan dinyatakan sebagai bahan bakar dengan angka oktan-0) yang memiliki kecenderungan berdetonasi sama dengan bahan bakar tersebut. Angka oktan yang merupakan salah satu faktor utama untuk mengetahui kualitas bensin adalah nilai ketahanan suatu bahan bakar bersama dengan udara terhadap terjadinya penyalaan disaat langkah kompresi atau disebut dengan kemampuan anti-ketukan. Artinya, walaupun pada saat langkah kompresi temperatur campuran udara-bahan bakar meningkat, tetapi energi yang dihasilkan tidak cukup untuk membakar campuran tersebut. Proses pembakaran baru terjadi setelah busi menghasilkan loncatan bunga api listrik pada saat torak mendekati titik mati atas pada akhir langkah kompresi. Karena itu angka oktan juga berkaitan dengan perbandingan kompresi dari motor. Semakin tinggi angka oktan suatu bahan bakar, semakin tinggi pula ketahanannya terhadap penyalaan dini pada saat kompresi tinggi, tanpa dipengaruhi oleh penyalaan dari busi.

Berhubungan dengan angka oktan ini maka ASTM (*American Society for Testing and Materials*) menetapkan suatu standar penilaian anti ketukan dari suatu bahan bakar bensin. dengan standarisasi bahan bakar ini diharapkan industri otomotif dapat memproduksi motor yang dapat beroperasi tanpa terjadi ketukan dengan menggunakan kualitas bahan bakar yang sesuai.

Untuk pengukuran angka oktan digunakan motor khusus yang bersilinder tunggal dimana perbandingan kompresinya dapat diubah-ubah, yang disebut dengan motor CFR (*Cooperative Fuel Research*). Ada dua metode dasar yang umum digunakan, yaitu *research method* menggunakan motor CFR F-1 yang hasilnya disebut dengan *Research Octane Number* (RON) dan motor *method* menggunakan motor CFR F-2 dimana hasilnya disebut dengan *Motor Octane Number* (MON). *Research method* menghasilkan gejala ketukan lebih rendah dibandingkan motor *research*.

### 2.3 Volatilitas Bahan Bakar

Sifat volatilitas (kemampuan menguap) dari bahan bakar merupakan faktor utama yang harus dipenuhi berdasarkan spesifikasi bahan bakar yang ditetapkan. Faktor ini dibutuhkan agar untuk terbakar dengan normal di dalam ruang bakar, bahan bakar harus dapat menguap dengan teratur sesuai dengan laju yang dikehendaki, dan harus membuat campuran yang homogen dan terdistribusi merata dalam silinder ruang bakar.

Untuk menentukan sifat volatilitas bahan bakar diperlukan uji destilasi ASTM berdasarkan metode ASTM D-86 terutama untuk kondisi start dingin (*cold start*), kondisi pemanasan (*warm up*) dan distribusi campuran dalam silinder.

#### • Start dingin

Kondisi start dingin dapat diukur melalui temperatur hasil uji destilasi 10% dan nilai *Raid Vapour Pressure* (RVP). Semakin rendah temperatur uji destilasi 10% atau semakin tinggi nilai RVP, maka akan semakin mudah motor dihidupkan dalam keadaan dingin. Hal ini disebabkan karena dalam keadaan dingin jika bahan bakar yang menguap tidak cukup banyak, maka motor akan sulit dihidupkan atau membutuhkan waktu yang lama untuk melakukan pemanasan agar mencapai suhu operasi yang normal. Maka dari itu untuk kemudahan menghidupkan motor dalam keadaan dingin dibutuhkan bahan bakar yang menguap cukup banyak, tetapi dibatasi untuk destilasi 10% temperatur penguapannya maksimum 74°C dan nilai RVP maksimum 9 Psi. karena jika melampaui batasan tersebut akan terjadi sumbatan uap (*vapour lock*). Sumbatan uap ini dapat terjadi karena uap yang dihasilkan cukup banyak, sehingga pada saat motor menjadi panas, bahan bakar di dalam pompa saluran bahan bakar akan mendidih, akibatnya akan timbul gelembung-gelembung udara yang akan mengganggu aliran bahan bakar yang akan menuju ke ruang bakar.

#### • Pemanasan (*warm up*)

Sejak motor dihidupkan pada saat dingin sampai dapat diooperasikan dengan tenaga penuh membutuhkan waktu yang disebut dengan periode pemanasan (*warm up*). Standar untuk pemanasan ditentukan dari temperatur hasil uji destilasi 50% yang dibatasi antara 80°C sampai 125°C. Jika temperatur uji destilasi melampaui batasan tersebut maka bahan bakar cenderung mengandung *fraksi ringan* (bagian dari minyak bumi yang memiliki titik didih terendah dari bagian minyak bumi lainnya), sehingga pada pemakaian terjadi pengendapan es dalam karburator (*icing carburator*).

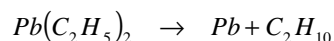
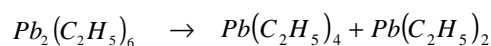
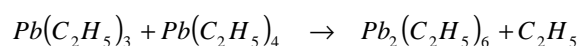
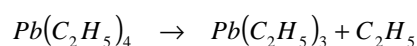
#### • Distribusi campuran dalam silinder

Di dalam karburator, bahan bakar dicampur dengan udara menurut perbandingan tertentu. Dari sini campuran udara-bahan bakar akan masuk ke dalam ruang bakar. Dalam keadaan

normal campuran udara-bahan bakar akan masuk secara merata dan sama banyaknya. Untuk menentukan distribusi campuran udara-bahan bakar di dalam silinder dilakukan uji destilasi 90%. Semakin rendah temperatur hasil uji destilasi 90%, semakin baik distribusi campuran di dalam silinder, demikian pula sebaliknya.

## 2.4 Aditif Octane Booster

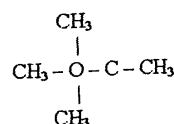
Aditif octane Booster merupakan komponen dari senyawa yang digunakan untuk meningkatkan angka oktan dari bahan bakar dan sekaligus sebagai komponen anti-ketuk. Komponen yang digunakan sebagai bahan anti ketuk pada saat ini adalah *Tetra Ethyl Lead* (TEL),  $Pb(C_2H_5)_4$ . Berdasarkan hasil riset senyawa TEL ini pertama-tama terurai pada temperatur sekitar  $100^\circ C$  dengan bantuan panas dari ruang bakar, melalui reaksi penguraian sebagai berikut:



Reaksi radikal etil dengan TEL dapat menghasilkan alkana, alkena, hidrogen dan juga radikal *Pb*-trietil. Yang bertindak sebagai bahan anti ketuk adalah *Pb*-oksida, dimana *Pb*-oksida ini berada dalam bentuk radikal-radikal yang tersebar dalam ruang bakar dan sebagian akan melekat pada dinding silinder membentuk endapan, dan sebagian lagi akan keluar ke atmosfer bersama-sama dengan gas sisa pembakaran. *Pb*-oksida yang dibebaskan ke atmosfer inilah yang sangat berbahaya bagi lingkungan, sehingga perlu dicarikan bahan substitusi untuk menggantikan TEL sebagai aditif octane booster.

## 2.5 Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE)

*Methyl Tertiary Butyl Ether* (MTBE) merupakan salah satu senyawa organik yang tidak mengandung logam dan mampu bercampur secara memuaskan dengan hidrokarbon. MTBE pada saat ini sedang giat-giatnya dikembangkan pemakaiannya sebagai bahan utama untuk meningkatkan angka oktan dari bensin menggantikan TEL. Senyawa ini terdiri dari gugusan Methyl dan Buthyl tertier dengan rumus molekul  $CH_3OC_4H_9$  atau  $C_5H_{12}O$ , sedangkan rumus bangunnya adalah:



Kisaran angka oktan MTBE adalah 116 – 118 RON, berat molekul 88 dan titik didihnya  $55^\circ C$ , kalor pembakaran 8.400 kkal/kg. Karena kisaran angka oktan yang tinggi, maka MTBE dapat digunakan sebagai aditif octane booster untuk meningkatkan angka oktan bensin dasar. Disamping itu karena titik didihnya yang rendah, maka MTBE bersifat mudah menguap. Karena sifatnya yang mudah menguap maka ada batasan konsentrasi volume tertentu jika senyawa tersebut digunakan untuk meningkatkan angka oktan bensin dasar. Pembatasan ini perlu dilakukan untuk menghindari penguapan yang berlebihan dari bahan bakar secara sia-sia, disamping itu juga untuk menghindari terjadinya *vapour lock* sehingga menyumbat saluran udara masuk karburator.

## 3. Pengujian

### 3.1 Parameter Uji

Parameter-parameter yang diuji:

- Angka oktan
- Volatilitas bahan bakar
- Tekanan uap Reid
- Performansi motor

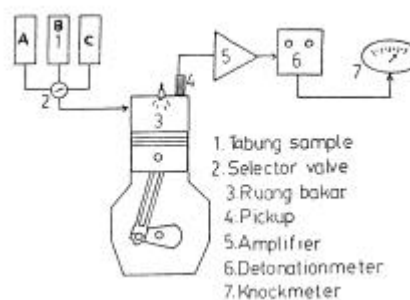
Sampel yang diuji:

- Bensin murni tanpa aditif octane booster (TEL)
- Bensin murni + 10% MTBE
- Bensin murni + 15% MTBE
- Bensin murni + 20% MTBE
- Bensin murni + 25% MTBE

### 3.2 Prosedur pengujian

- Uji angka oktan

Angka oktan bahan bakar diuji dengan mesin *Cooperative Fuel Research* (CFR) dengan skema peralatan ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Skema Pengujian Angka Oktan

### 3.3 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian diperoleh data-data sebagai berikut:

- **Angka oktan**

**Tabel 1. Hasil Uji Angka Oktan**

Konsentrasi MTBE	Angka oktan
0%	85.29
5%	87.30
10%	88.70
15%	89.80
20%	92.20
25%	93.70

- **Uji Destilasi**

**Tabel 2. Hasil uji destilasi**

Penguapan (%)	Temperatur (°C)					
	murni	5 % MTBE	10 % MTBE	15 % MTBE	20 % MTBE	25 % MTBE
10	59	56	56	55	54	53
20	68	66	65	64	63	63
30	76	75	76	74	73	73
40	85	84	84	82	82	81
50	98	94	93	93	92	92
60	108	104	103	103	102	101
70	118	115	113	112	112	110
80	129	126	124	122	120	119
90	150	147	147	146	144	143

- **Uji Tekanan Uap Reid**

**Tabel 3. Hasil Uji Tekanan Uap Reid**

Konsentrasi MTBE (%)	Tekanan Uap Reid (psi)
0	5.5
5	6.9
10	7.1
15	7.3
20	7.5
25	7.7

- **Uji Performansi Motor**

**Tabel 4. Hasil Uji Performansi Motor Untuk 0% MTBE (Pengapian 5° sebelum TMA).**

Putaran (RPM)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000
Beban (N)	21.3	31.1	35.3	37.5	38.2	34.9	32.2	27.5	20.2
Daya (Hp)	2.86	5.21	7.10	8.80	10.25	10.53	10.79	10.13	8.14
Torsi (N-m)	20.3	29.7	33.67	35.82	36.48	33.34	30.72	26.22	19.32

**Tabel 5. Hasil Uji Performansi Motor Untuk 5% MTBE (Pengapian 5° sebelum TMA)**

Putaran (Rpm)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000
Beban (N)	28.1	38.3	41.3	43.8	41.8	38.9	38	31.4	26.3
Daya (Hp)	3.76	6.42	8.30	10.28	11.2	11.73	12.72	11.57	10.58
Torsi (N-m)	26.83	36.57	39.42	41.82	39.87	37.12	36.23	29.95	25.12

**Tabel 6. Hasil Uji Performansi Motor untuk 10% MTBE (Pengapian 11° sebelum TMA)**

Putaran (Rpm)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000
Beban (N)	37.4	47.8	51.2	52.1	48.8	46.3	44.2	38.4	28.7
Daya (Hp)	5.02	8.02	10.29	12.22	13.09	13.98	14.81	14.17	11.55
Torsi (N-m)	35.7	45.6	48.84	49.72	46.62	44.23	42.19	36.7	27.42

**Tabel 7. Hasil Uji Performansi Motor untuk 15% MTBE (Pengapian 14°)**

Putaran (Rpm)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000
Beban (N)	50.7	57.2	60.8	59	54.8	51	49.2	41.8	31.5
Daya (Hp)	6.79	9.59	12.23	13.84	14.69	15.39	16.48	15.4	12.66
Torsi (N-m)	48.37	54.63	58.08	56.32	52.29	48.72	46.93	39.88	30.06

**Tabel 8. Hasil Uji Performansi Motor untuk 20% MTBE (Pengapian 15° sebelum TMA).**

Putaran (Rpm)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000
Beban (N)	60.6	66.1	68.9	66.5	62.7	59.3	55.6	48	37.3
Daya (Hp)	8.12	11.08	13.85	15.61	16.82	17.89	18.63	17.69	14.98
Torsi (N-m)	57.84	63.13	65.77	63.51	59.88	56.62	53.05	45.82	35.57

**Tabel 9. Hasil Uji Performansi Motor untuk 25% MTBE (Pengapian 17° sebelum TMA).**

Putaran (Rpm)	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000
Beban (N)	57	62.5	64.5	62.3	57.2	53	50.4	44.8	32.8
Daya (Hp)	7.64	10.47	12.98	14.61	15.35	15.98	16.88	16.52	13.21
Torsi (N-m)	54.42	59.67	61.64	59.48	54.64	50.59	48.07	42.79	31.37

## 4. Analisa Data

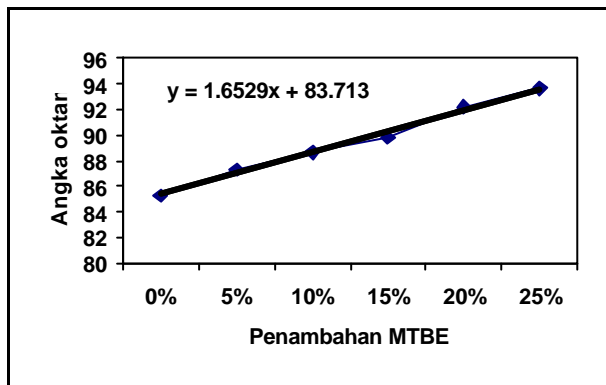
### 4.1 Pengujian angka oktan

Pada grafik 1 ditunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi MTBE yang ditambahkan pada bensin tanpa aditif octane booster (angka oktan hasil pengukuran 85.29 RON) semakin meningkat angka oktan dari senyawa campuran tersebut. Dengan demikian senyawa oksigenat Methyl Tertiary Buthyl Ether memiliki kemampuan untuk meningkatkan angka oktan dari bahan bakar bensin dan sekaligus dapat berfungsi sebagai aditif octane booster.

Dari grafik 1 tersebut terlihat bahwa untuk setiap penambahan konsentrasi MTBE sebesar 5 % volume, rata-rata terjadi penambahan angka oktan sebesar 1.632  $\left(\frac{\partial y}{\partial x} = 1.632\right)$ . Tentunya

angka oktan tersebut harus disesuaikan dengan perbandingan kompresi dari motor bensin yang menggunakan bahan bakar tersebut. Untuk menghindari terjadinya keterlambatan penyalaan karena penggunaan bahan bakar dengan angka oktan yang tinggi, maka perlu memaju-

kan sudut pengapian, tetapi bukan berarti tanpa batas. Jika sudut pengapian terus dimajukan maka kerja negatif yang terjadi pada motor akan semakin besar, dan pada akhirnya justru akan menurunkan performansi motor. Hasil pengukuran unjuk kerja motor bensin DAIHATSU, type: CB-23, perbandingan kompresi 9.5 dengan menggunakan dinamometer didapatkan bahwa kurva daya tertinggi dihasilkan pada konsentrasi MTBE 20% dengan mengatur sudut pengapian 15° sebelum TMA. Jika konsentrasi MTBE ditambah menjadi 25%, maka sudut pengapian dimajukan menjadi 17° sebelum TMA, tetapi justru daya motor yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan konsentrasi MTBE 20%. Hal ini disebabkan perbandingan kompresi pada motor kurang tinggi, akibat kondisi ruang bakar yang tidak memungkinkan untuk penggunaan bahan bakar dengan konsentrasi MTBE 25%.



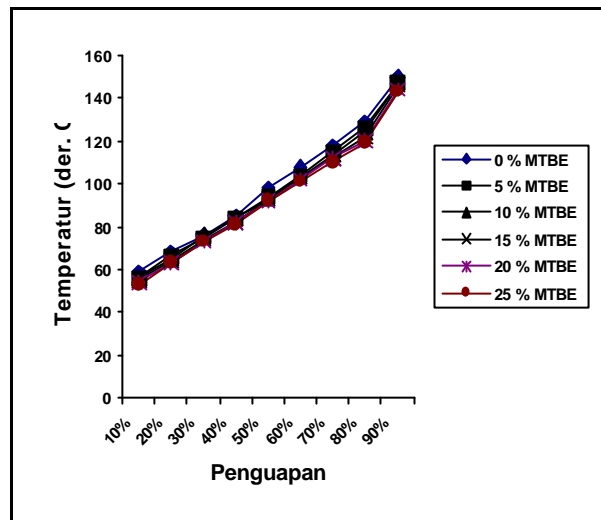
Grafik 1. Angka Oktan Sebagai Fungsi Prosentase Penambahan MTBE

**4.2 Uji Destilasi**

Pada grafik 2 ditunjukkan kurva yang menyatakan hubungan antara temperatur penguapan dan prosentase penguapan untuk 6 sampel uji, yaitu bensin tanpa MTBE, bensin dengan 5% MTBE, bensin dengan 10% MTBE, bensin dengan 15 % MTBE bensin dengan 20% MTBE dan bensin dengan 25% MTBE. Nampak bahwa semakin besar konsentrasi MTBE yang digunakan semakin kecil temperatur penguapannya. Hal ini menyatakan bahwa dengan penambahan konsentrasi MTBE akan mempermudah proses penguapan bahan bakar tersebut.

Untuk kondisi *start dingin* dengan penguapan 10% volume (uji destilasi 10%), temperatur penguapan terendah terdapat pada konsentrasi MTBE 25%, yaitu 53°C (lebih kecil dari 74°C). Pada kondisi ini fraksi ringan yang terbentuk paling banyak dibandingkan sampel yang lain, dan keadaan ini memudahkan motor dihidupkan dalam kondisi dingin. Demikian pula pada uji destilasi 50% untuk kondisi

pemanasan berdasarkan dihasilkan temperatur penguapan terendah terjadi pada konsentrasi MTBE 25 %, yaitu sebesar 92°C. Nilai ini masih berada pada kisaran suhu untuk kondisi pemanasan yaitu antara 88°C - 125°C. Pada uji destilasi 90% untuk menentukan distribusi campuran udara-bahan bakar di dalam silinder, didapatkan hasil konsentrasi MTBE yang sama, yaitu pada konsentrasi 25%, dengan temperatur penguapan yaitu 143°C. Karena semakin rendah temperatur hasil uji destilasi 90%, semakin baik distribusi campuran udara-bahan bakar di dalam silinder, maka konsentrasi MTBE 25 % menghasilkan distribusi campuran yang terbaik diantara kelima sampel yang lain.



Grafik 2. Temperatur Fungsi % Penguapan

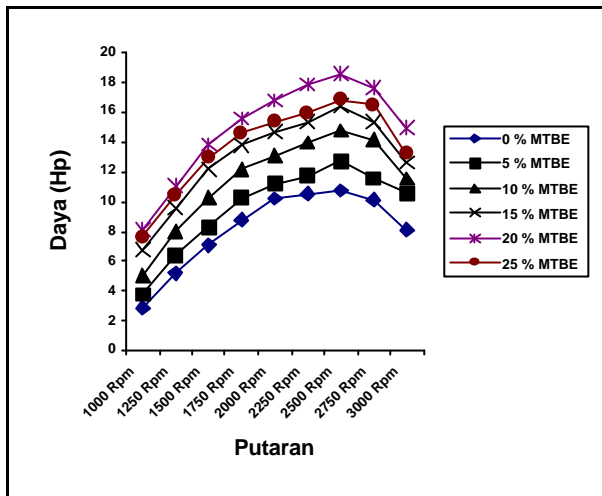
**4.3 Uji Tekanan Uap Reid**

Dari hasil pengujian tekanan uap Reid, didapatkan bahwa pada berbagai konsentrasi MTBE yang telah dilakukan pengujian, tekanan uap Reid untuk masing-masing sampel berada dibawah 9 Psi. Jadi semua sampel memenuhi kriteria uji.

**4.4 Uji Performansi Motor**

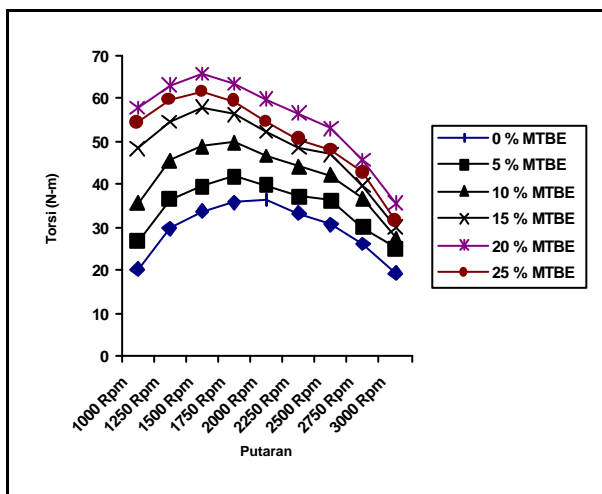
Pada grafik 3, nampak bahwa daya optimum dihasilkan oleh motor yang menggunakan bensin dengan konsentrasi MTBE 20% dimana angka oktannya 92.2 RON daya maksimum terjadi pada putaran 2500 Rpm. Jika konsentrasi MTBE ditambah sehingga menjadi 25%, walaupun angka oktan bahan bakarnya meningkat menjadi 93.7 RON dan sifat volatilitasnya semakin baik, tetapi justru daya optimum dari motor cenderung berada dibawah daya optimum motor yang menggunakan bensin dengan konsentrasi 20%. Hal ini diakibatkan karena angka oktan bensin dengan konsentrasi 25% MTBE terlalu tinggi dibandingkan dengan

perbandingan kompresi pada motor uji (9.5), disamping itu kondisi ruang bakar, saluran masuk bahan bakar + udara (*intake manifold*) yang buruk serta ditunjang oleh terlalu majunya sudut pengapian ( $17^\circ$  sebelum TMA).



Grafik 3. Daya Fungsi Putaran

Pada grafik 4, ditunjukkan hubungan antara torsi sebagai fungsi dari putaran motor. Torsi optimum juga dihasilkan dalam penggunaan bensin + 20% konsentrasi MTBE, dimana torsi maksimumnya terjadi pada putaran 1500 Rpm. Nampak bahwa dengan penambahan konsentrasi MTBE pada bahan bakar semakin meningkatkan torsi yang dihasilkan oleh motor. Khusus pada konsentrasi 25% MTBE terjadi penurunan torsi keluaran dari motor dibandingkan pada konsentrasi 20% MTBE. Hal ini terutama diakibatkan karena terlalu majunya sudut pengapian untuk mengimbangi perbandingan kompresi motor.



Grafik 4. Torsi Sebagai Fungsi Putaran Motor

## 5. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari percobaan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

- Karena sifat volatilitas dan tekanan uap Reid yang dimiliki oleh senyawa Methyl Tertiary Buthyl Ether, maka senyawa tersebut memiliki kemampuan untuk berfungsi sebagai *additive octane booster* guna meningkatkan angka oktan bahan bakar.
- Pada uji destilasi temperatur penguapan terendah untuk kondisi 10% penguapan (kondisi start dingin), 50% penguapan (kondisi *warm-up*) dan 90% penguapan (kondisi distribusi campuran udara bahan-bakar di dalam silinder), maka campuran bensin + 25% MTBE (angka oktan 93.7 RON) sebagai campuran optimal. Tetapi hal ini tentunya harus disesuaikan dengan motor yang memiliki perbandingan kompresi tinggi.
- Dari hasil uji performansi pada motor bakar, daya dan torsi optimal dihasilkan pada bensin + 20% konsentrasi MTBE. Jika konsentrasi MTBE diperbesar menjadi 25% cenderung performansi semakin menurun dibandingkan dengan konsentrasi 20% MTBE.

## Daftar Pustaka

1. Edward F. Obert, *Internal Combustion Engines and Air Pollution*. Harper & Row, Publisher, 1973.
2. Heywood, John B., *Internal Combustion Engines*. McGraw Hill, 1988.
3. Michael., *Pengaruh Perubahan Konsentrasi Methyl tertiary Buthyl Ether Pada Gasolin Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin*". Skepsi: Jurusan Teknik Mesin U K Petra, 2000.
4. Sen S.P., *Internal Combustion Engines Theory and Practise*. Khanna Publisher Delhi, 1990.
5. Sugiarto., *Pengaruh Napthalene dan MTBE Terhadap Sifat Volatilitas dan Angka Oktan*. Skripsi: Jurusan Teknik Mesin U K Petra. 2000
6. Maleev V.L., *Internal Combustion Engines*. McGraw Hill 1989