

UJI PROPERTIES DAN UNJUK KERJA CAMPURAN BAHAN BAKAR ACETON DAN PREMIUM SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF PADA MOTOR BENGIN

Atok Setiyawan & Januar Hadiman

Laboratorium Bahan Bakar & Motor Pembakaran Dalam
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri ITS
Kampus ITS, Sukolilo Surabaya, 60111
E-mail:atok_s@me.its.ac.id;setiyawan_a@yahoo.com

Abstrak

Beberapa bahan bakar alternatif dari sumber energi yang terbarukan sedang giat-giatnya diteliti seperti metanol, etanol, biodiesel dan aceton. Aceton belum banyak dilakukan penelitian sebagai bahan bakar alternatif motor bensin baik sebagai bahan bakar utama (dedicated) maupun sebagai bahan bakar campuran dengan premium padahal aceton mempunyai salah satu keunggulan yaitu mempunyai angka oktan yang tinggi.

Penelitian dibagi dalam dua tahap yaitu uji properties aceton dan pengujian campuran aceton dan premium dengan komposisi: 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% aceton. Pengujian kedua jenis bahan bakar: premium dan campuran premium dan aceton dilakukan dengan mesin motor merk Mahator 4 langkah 107 cc diatas bangku uji. Kondisi motor uji dalam keadaan standar pada setting bahan bakar standar yaitu premium.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada putaran tinggi diatas 4500 rpm, penambahan aceton akan memperbaiki unjuk kerja motor dimana campuran aceton 30% dan premium 70% - yang merupakan campuran terbaik, meningkatkan rata-rata daya, torsi, dan efisiensi masing-masing sebesar 4%, 2,3%, dan 16% sedangkan bsfc turun 3,24% dibandingkan dengan bahan bakar standar – premium. Kadar gas CO dan HC menurun secara signifikan dengan rata-rata sebesar 40% untuk CO dan 55% untuk HC dibandingkan premium.

Kata kunci : acetone, bahan bakar alternatif, putaran, unjuk kerja, emisi gas buang.

1. PENDAHULUAN

Saat ini motor bakar masih tergantung pada bahan bakar dari hidrokarbon sebagai sumber energinya. Permasalahan akan penyediaan dan penggunaan bahan bakar dari hidrokarbon pada motor bakar seperti cadangan yang semakin menipis (energi tak terbarukan), harga yang cenderung terus naik dan polutan yang dihasilkan mencemari lingkungan sehingga perlu dilakukan pencarian energi alternatif dari sumber energi yang terbarukan dan ramah lingkungan. Beberapa bahan bakar alternatif dari sumber energi yang terbarukan sedang giat-giatnya diteliti seperti metanol, etanol, biodiesel dan aceton – sering disebut *biofuel*. Aceton belum banyak dilakukan penelitian sebagai bahan bakar alternatif pada motor bensin baik sebagai bahan bakar utama (dedicated) maupun sebagai bahan bakar campuran dengan premium padahal aceton mempunyai salah satu keunggulan yaitu mempunyai angka oktan yang tinggi.

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian penggunaan aceton sebagai bahan campuran pada *gasoline* ataupun sebagai bahan bakar murni (dedicated fuel). S. Miyashiro et. al. (1990) melakukan penelitian aceton dan menyimpulkan bahwa:(1) motor bensin dapat berjalan lancar dengan menggunakan bahan bakar *aceton*, (2) *aceton* memiliki angka oktan yang tinggi, (3) konsentrasi CO yang dihasilkan sekitar 1/10 dibandingkan *gasoline*^[5].

Sedangkan Louis LaPointe (2005) menyebutkan bahwa penambahan aceton pada *gasoline* akan meningkatkan penguapan bahan bakar, meningkatkan efisiensi bahan bakar, memperpanjang umur dan unjuk kerja motor serta menurunkan emisi hidrokarbon^[5].

Mengingat aceton mempunyai angka oktan yang lebih tinggi dari premium maka penambahan aceton pada premium akan menaikkan angka oktan bahan bahan campuran tersebut (octane booster)

seperti halnya zat pengungkit angka oktan lainnya yaitu: TEL, *metanol*, *ethanol*, MTBE, ETBE, MMT dan *xylene*^[3]. Berdasarkan penelitian sebelumnya didapatkan bahwa setiap penambahan acetone sebesar 10% akan meningkatkan angka oktan *gasoline* sebesar 3 point^[6].

Tabel 1. menunjukkan beberapa karakteristik dan properties berbagai bahan bakar untuk motor bensin/pembakaran cetus maupun berfungsi sebagai pengungkit angka oktan.

Tabel 1. Properti fisik dan kimia dari Premium, Metanol , Ethanol dan Acetone

<i>Properti Bahan Bakar</i>	<i>Premium/Gasoline</i>	<i>Methanol</i>	<i>Ethanol</i>	<i>Acetone</i> ^[5]
Rumus Kimia	C ₈ H ₁₅	CH ₃ OH	C ₂ H ₅ OH	CH ₃ COCH ₃
SG ^[2]	0,72	0,796	0,7893	0,791
Stoichiometeri A/F Ratio ^[10]	14,7	6,45	9,0	9,4
Berat Molekul ^[10]	100	32,04	46,07	58,1
RON ^[10]	88 -100	105	104	-
MON ^[10]	80 - 90	92	92	100
Komposisi Carbon % berat	84	37,5	52	62,07
Komposisi Hidrogen %berat	16	12,6	13	10,34
Komposisi Oksigen % berat	-	49,9	35	27,59
Vapor Pressure, psi@100 F	7-15	4,6	2,3	7,713 ^[4]
Heat Combustion MJ/kg ^[2]	42,7	19,9	26,68	31
Heat Vapouration MJ/kg ^[2]	0.3044	1.154	0.913	0.551
Temperatur Autoignition (°C)	257	464	423	465
Flash Point (°C)	-43	11	13	-18
Freezing Point (°C)	-50	-97,5	-114	-94
Kelarutan dalam premium	-	Terpisah	Terpisah	Tercampur dgn baik
Sifat Korosi ^[7]	-	Karet, Aluminium,Baja,Plastik	Karet, Aluminium,Baja,Plastik	Karet, Plastik

2. METODE PENELITIAN DAN PENGAMBILAN DATA

2.1 Uji Properties Bahan Bakar

Pengujian properties dari acetone, premium dan campurannya dengan prosentase 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% acetone dilakukan di laboratorium: ITS, Unit Produksi Pelumas PT Pertamina Surabaya dan Lemigas Cepu. Properties bahan bakar yang diuji adalah yang berkaitan dengan karakteristik pembakaran yaitu: specific gravity, distilasi, nilai kalor dan *Research Octane Number* (RON) sesuai dengan standar ASTM.

2.2 Uji Unjuk Kerja Pada Dynamometer

Pengujian unjuk kerja bahan bakar campuran acetone dan premium dilakukan pada *water brake dynamometer* dengan motor uji adalah motor empat langkah merk Mahator 107 cc, sistem

pengapian CDI, kompresi rasio 8.8, dan *ignition point* standar sebesar 12° BTDC di bangku uji. Kondisi motor uji dalam keadaan standar pada setting bahan bakar standar yaitu premium.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil Uji Properties Bahan Bakar Premium murni dan Campuran Premium dan Aceton

Hasil pengujian properties dari bahan bakar acetone, premium dan campurannya dengan prosentase 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% aceton ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Properties Bahan Bakar Premium murni dan campuran Premium-Acetone

No	Properties	Premium	Acetone	A10	A20	A30	A40	A50
1.	Rumus kimia	C ₈ H ₁₅	CH ₃ COCH ₃	-	-	-	-	-
2.	Angka Oktan*	88.9	-	-	93.0	95.1	97.5	-
3.	SG**	0.7225	0.7921	0.7295	0.7345	0.7409	0.7473	0.7541
4.	Destilasi***							
	IBP °C	48	53	41	41	42	43	44
	10% vol evap. to °C	57,5	55	48,5	47,5	46,5	48	48,5
	50% vol evap. to °C	94	56	86,5	89	61,5	56,5	56,5
	90% vol evap. to °C	159	58	161	167,5	159,5	148	154,5
	End Point °C	185	61,5	186	185	180,5	178	174
5.	Residu % vol	1,2	1	1,2	1,3	1,2	1,25	1,25
5.	LHV*** (kcal/kg)	12043	8192	11925	11790	10725	10690	10490
6.	LHV ²¹ (kcal/kg)	10190	7398	-	-	-	-	-

*Pengujian di Pusdiklat Cepu PT. PERTAMINA

**Pengujian di Lab. Unit Produksi Pelumas Surabaya PT. PERTAMINA

***Pengujian di Lab. Motor Bakar Teknik Mesin FTI-ITS

Berdasarkan tabel 2 terlihat ada perbaikan yang signifikan pada beberapa properties penting yang berkaitan dengan karakteristik pembakaran yaitu: angka oktan dan kemudahan penguapan yang ditunjukkan dalam uji distilasi. Berdasarkan uji angka oktan di mesin CFR menunjukkan bahwa dengan penambahan acetone sebesar 10% akan menaikkan rata-rata angka oktan sekitar 2 point, hasil ini lebih rendah dari yang dilaporkan oleh Osamu Hira^[6]. Perbedaan ini dapat terjadi karena perbedaan kadar kemurnian acetone maupun kualitas bahan bakar dasar yaitu premium.

Kemudahan penguapan bahan bakar dengan penambahan acetone dapat diketahui dari temperatur 10% vol penguapan. Penambahan acetone cenderung akan menurunkan temperatur penguapan pada 10% volume, tetapi pada penambahan acetone sebesar 30% menunjukkan angka yang paling kecil atau dengan kata lain paling mudah menguap. Nilai kalor acetone lebih rendah sebesar sekitar 30% dibandingkan dengan premium murni.

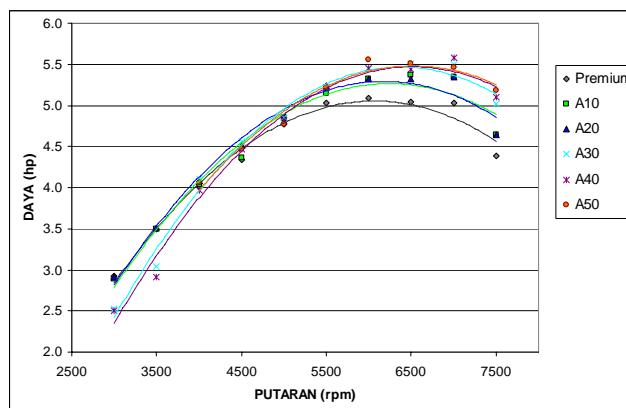
3.2 Diskusi Hasil Penelitian

Data-data hasil pengujian unjuk kerja motor bensin dipresentasikan dalam bentuk grafik-grafik dibawah ini.

Gambar 3.1 menunjukkan perubahan daya motor terhadap perubahan putaran dengan bahan bakar premium murni dan campuran premium dengan acetone pada berbagai prosentase. Pada putaran dibawah sekitar 4500 rpm, penambahan acetone diatas 20% akan menurunkan daya motor. Sedangkan pada putaran diatas 4500 rpm setiap penambahan acetone memberikan dampak terhadap kenaikan daya motor, dimana pada prosentase diatas 30% tampaknya tidak lagi terjadi penambahan daya motor. Sifat dari acetone yang mudah menguap mempunyai dampak perbaikan daya yang dihasilkan motor pada putaran tinggi karena pada putaran yang semakin tinggi waktu yang dibutuhkan untuk

menyelesaikan satu siklus menjadi lebih kecil sehingga kemudahan penguapan campuran premium dan aceton akan mempercepat persiapan campuran pada proses pembakaran.

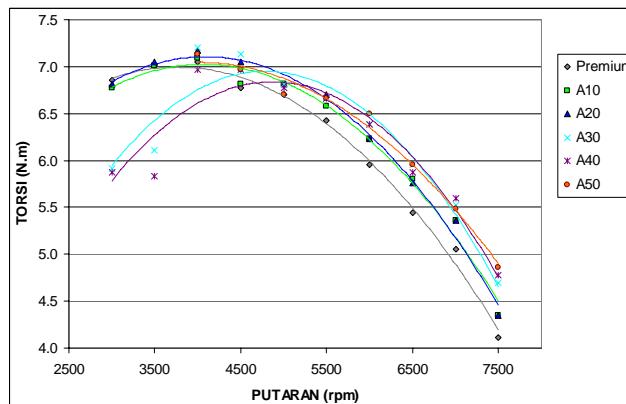
Penurunan daya pada putaran rendah dapat diakibatkan nilai energi yang masuk kedalam silinder ruang bakar – campuran premium dengan aceton diatas 20% yang lebih rendah dibandingkan dengan premium murni, sedangkan pada putaran tinggi meskipun energi yang masuk lebih rendah tetapi hal ini akan dikompensasi dengan proses pembakaran yang lebih sempurna sehingga masih mampu menaikkan daya motor. Daya maksimum dengan premium sebesar 5 Hp terjadi pada putaran 6500 rpm, sedangkan pada bahan bakar campuran premium dengan penambahan diatas 20% aceton mempunyai daya maksimum 5,6 Hp atau naik rata-rata sekitar hampir 8% dibandingkan dengan premium.



Grafik 3.1 Daya terhadap Putaran pada Berbagai Bahan Bakar

Gambar 3.2, memperlihatkan pengaruh torsi yang dihasilkan motor terhadap putaran motor. Secara umum torsi merupakan pembagian daya terhadap putaran, sehingga meskipun kecenderungan dan bentuk grafik berbeda tetapi fenomena torsi yang dihasilkan oleh motor masih sama dengan fenomena daya motor. Pada putaran rendah, penambahan aceton sampai dengan 20% torsi motor tidak mengalami perubahan yang signifikan, sebaliknya penambahan aceton diatas 20% justru menurunkan torsi motor. Sedangkan pada putaran tinggi, setiap penambahan aceton sampai dengan 50% selalu memberikan kenaikan torsi motor dibandingkan dengan premium.

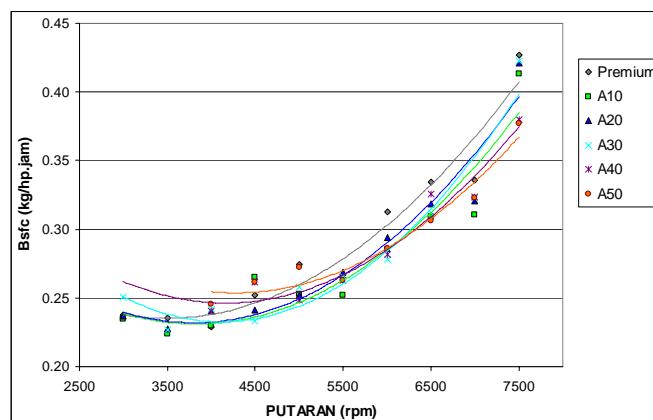
Torsi maksimum yang dihasilkan oleh bahan bakar premium adalah sebesar 7,05 N.m pada putaran 4000 rpm sedangkan dengan bahan bakar campuran premium dan aceton terjadi pada putaran yang sama dengan nilai sebesar 7,21 N.m – naik sekitar 2,3% terjadi pada campuran 30% aceton.



Grafik 3.2 Torsi terhadap Putaran pada Berbagai Bahan Bakar

Pada gambar 3.3 menunjukkan besarnya konsumsi bahan bakar spesifik (Bsfc) motor terhadap kenaikan putaran. Titik bsfc terendah terjadi pada putaran sekitar 3500 rpm (baik premium murni maupun campuran premium dan acetone) dengan nilai sekitar 2,2 kg/hp.jam, dimana pada putaran dibawah atau diatas bsfc minimum, maka bsfc akan cenderung meningkat. Pada putaran dibawah 3500 rpm penambahan acetone lebih besar dari 20% akan menaikkan bsfc, sedangkan pada putaran diatas 3500 rpm kenaikan prosentase acetone cenderung akan menurunkan bsfc dibandingkan dengan bahan bakar premium murni.

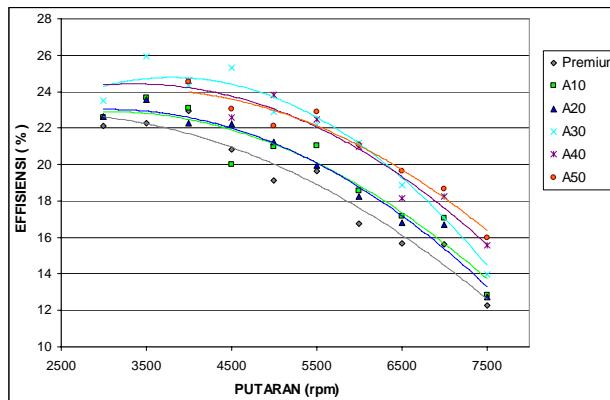
Meskipun bahan bakar campuran premium dan acetone mempunyai nilai kalor yang lebih rendah dibandingkan dengan premium murni, ternyata bsfc bahan bakar campuran menunjukkan angka lebih kecil hal ini dapat diartikan bahwa pada penambahan acetone pada premium akan memperbaiki kesempurnaan proses pembakaran didalam silinder ruang bakar.



Grafik 3.3 Bsfc terhadap Putaran pada Berbagai Bahan Bakar

Pada gambar 3.4 terlihat grafik yang menggambarkan besarnya efisiensi motor terhadap perubahan putaran dengan bahan bakar yang berbeda. Pada bahan bakar yang sama, grafik efisiensi merupakan identik dengan grafik bsfc tetapi pada bahan bakar berbeda akan terjadi perbedaan yang signifikan mengingat unit keduanya berbeda. Penambahan acetone pada premium ada cenderung menaikkan efisiensi motor pada semua putaran.

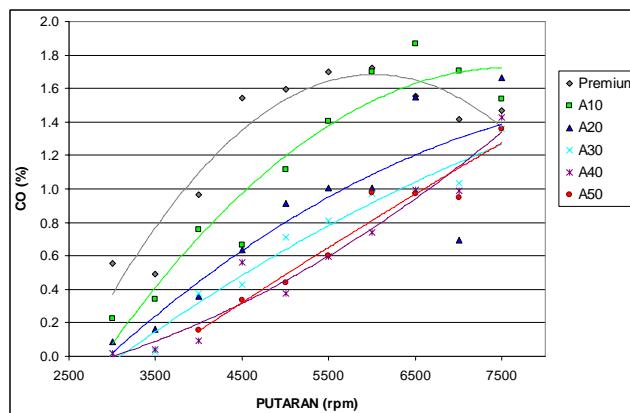
Kenaikan efisiensi motor meningkat seiring dengan penambahan prosentase acetone, dimana kenaikan rata-rata efisiensi terbesar terjadi pada campuran acetone 30%, dengan kenaikan rata-rata sebesar 16% dibandingkan dengan premium. Gambar 3.4 menunjukkan bahwa dengan pencampuran/penambahan acetone akan menaikkan efisiensi pada semua putaran, hal dapat terjadi karena proses pembakaran pada campuran acetone dan premium mengalami kelebihan udara (pembakaran miskin). Berdasarkan rumus efisiensi ideal pada motor bakar bensin menunjukkan bahwa pada pembakaran miskin – kelebihan udara, maka rasio panas jenis mempunyai harga yang meningkat sehingga pada kompresi yang tetap maka nilai efisiensi akan meningkat pula. Kebutuhan udara untuk membakar 1 kg premium adalah 14,7 kg udara sedangkan 1 kg acetone hanya membutuhkan sekitar 9,4 kg udara – dibutuhkan 35% lebih sedikit.



Grafik 3.4 Efisiensi terhadap Putaran pada Berbagai Bahan Bakar

Gambar 3.5 memperlihatkan grafik hubungan antara kadar gas CO pada gas buang motor bensin pada berbagai bahan bakar dan putaran. Kandungan gas CO akan meningkat dengan kenaikan putaran motor, hal ini terjadi pada semua jenis bahan bakar yang diuji. Ini mengindikasikan bahwa kenaikan putaran akan mempersingkat waktu ketersediaan proses pembakaran yang pada gilirannya akan mengakibatkan ketidaksempurnaan pembakaran.

Secara umum terlihat bahwa dengan penambahan prosentase acetone ke dalam premium memberikan dampak penurunan kadar CO pada gas buang secara signifikan. Penambahan acetone pada premium dengan prosentase 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% akan menurunkan kadar gas CO secara rata-rata masing-masing sebesar 13%, 38%, 48%, 55% dan 44% dibandingkan dengan premium. Penurunan kadar CO dapat dijelaskan bahwa dengan penambahan acetone ke dalam premium maka tanpa perubahan setting karburator akan terjadi kelebihan udara pembakaran. Selain itu didalam acetone juga sudah terkandung atom oksigen yang akan membantu penyempurnaan pembakaran. Kadar CO di dalam gas buang sangat ditentukan oleh rasio campuran udara dan bahan bakar.

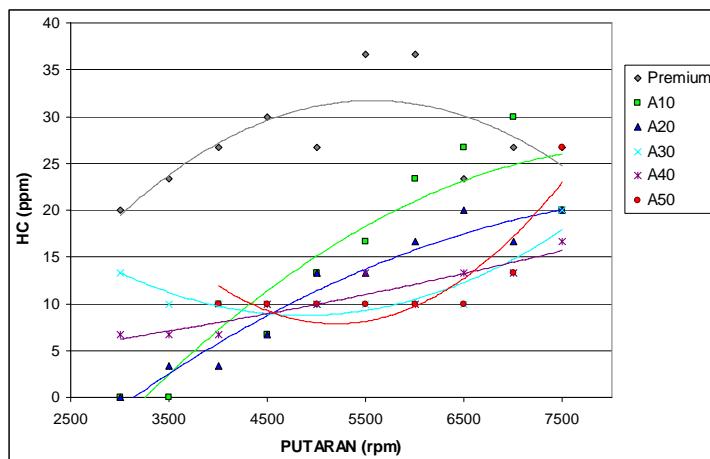


Grafik 3.5 Gas Buang CO terhadap Putaran pada Berbagai Bahan Bakar

Gambar 3.6 memperlihatkan grafik hubungan antara kadar gas HC pada gas buang motor bensin pada berbagai bahan bakar dan putaran. Selain gas CO yang ada di dalam gas buang, emisi gas HC yang ada juga merupakan bentuk/indikasi ketidaksempurnaan pembakaran. Kandungan gas HC yang terukur oleh gas analyser menunjukkan data yang acak dan kurang beraturan sehingga pembacaan kecenderungan kadar HC terhadap putaran motor sulit untuk digambarkan.

Secara umum terlihat bahwa dengan penambahan prosentase acetone ke dalam premium memberikan dampak penurunan kadar HC pada gas buang secara signifikan. Penambahan acetone pada premium dengan prosentase 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% secara rata-rata menurunkan kadar

HC sebesar 55% dibandingkan dengan premium. Kadar HC yang muncul di dalam gas buang tidak hanya ditentukan oleh rasio campuran udara dan bahan bakar tetapi juga kondisi ruang bakar lainnya seperti temperatur ruang bakar.



Grafik 3.6 Gas Buang HC terhadap Putaran pada Berbagai Bahan Bakar

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa penambahan acetone sampai dengan prosentase tertentu pada premium menunjukkan hasil yang positif terhadap unjuk kerja motor bensin. Pada putaran tinggi diatas 4500 rpm, penambahan acetone akan memperbaiki unjuk kerja motor dimana campuran acetone 30% dan premium 70% meningkatkan rata-rata daya, torsi, dan efisiensi masing-masing sebesar 4%, 2,3%, dan 16% sedangkan bsfc turun sebesar 3,24% dibandingkan dengan bahan bakar standar - premium. Pada putaran rendah – dibawah 4500 rpm, pencampuran acetone diatas 20% ke dalam premium justru memberikan unjuk kerja motor menurun dibandingkan dengan premium.

Keberadaan acetone didalam premium memberikan dampak penurunan kandungan gas CO dan HC gas buang motor bensin. Penurunan kandungan gas CO menurun seiring dengan kenaikan prosentase acetone tetapi kandungan rata-rata gas HC di dalam gas buang relatif konstan pada penambahan acetone sampai dengan 50% yaitu sebesar 55%. Kandungan gas CO terendah terjadi pada penambahan acetone sebesar 40% ke dalam premium yaitu dengan nilai 55%.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Acetone Safety Data Sheet, Mallinckrodt Baker, Inc. Phillipsburg, New Jersey, USA.
2. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (1994). Toxicological profile for acetone. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health service.
3. Bruce Hamilton,"Automotive Gasoline.
4. Kiyoshi (1987),"For The Lack of Lead and Octane", By, Chapman Report, November.
5. Louis LaPointe (2005),"Acetone In Fuel Significantly Improved Mileage", Smart Gas Articles, February 11th.
6. Prio Ambodo (2001), " Prospek Penggunaan Metanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan di Indonesia", BPPT, Jakarta.
7. Osamu Hirao and Richard K. Pefley : "Present and Future Automotive Fuels : Performance and Exhaust Clarification", John Wiley & Sons, Inc. Canada, 1988.
8. Nana Suryana (2002)"Studi eksperimental tentang pengaruh variasi waktu pengapian dan komposisi campuran bensin-metanol terhadap unjuk kerja dan emisi gas buang kendaraan bermotor 4 langkah Honda CB 125 cc ", Teknik Mesin ,ITS, Surabaya 2002.
9. S. Miyashiro, M. Ebisuya, S. Morikiyo : Report of Anan Institute of Technology ,Japan , 1990

10. Surawijaya Dody (2002),“Pengaruh Waktu Pengapian terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang pada Motor Empat Langkah Honda CB 125 cc Berbahan Bakar Bensin Ethanol”, Teknik Mesin ITS, Surabaya,2002.
11. www.turbofast.com.au/racefuel5/html