

Kajian Prestasi dan Emisi Enjin Terhadap Kesan Asid Oleik Teroksida sebagai Bahan Tambah Bahan Api Petrol

(Performace Test and Engine Emission on Acid Oleic Oxygenated as Additives Petrol)

Yusoff Ali*, Abdul Amir Hassan Kadhum & Irfan Wahyudi

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji kesan bahan tambah asid oleik teroksida dalam bahan api petrol standard terhadap prestasi dan emisi ekzos enjin. Enjin empat lejang, 1.5 liter digunakan pada lapisan ujian enjin disambungkan kepada dinamometer elektrik arus pusing dan disambungkan dengan sistem kawalan CADET V12 dan penganalisis gas ekzos IMR 2000/2000P. Bahan tambah asid oleik teroksida digunakan dalam ujian ini dengan kadar 0.2% mengikut kadar isipadu disebabkan bahan yang terhad. Ujian dijalankan dalam dua cara iaitu ujian dengan kelajuan berubah tanpa beban dan keduanya dengan kelajuan tetap pada 1,400 rpm pada beban bertambah. Hasil ujian bagi petrol teroksida berbanding dengan petrol standard menunjukkan kuasa brek enjin meningkat 2%, kuasa beban kilas meningkat 2%, kecekapan terma meningkat hampir 7% dan penggunaan bahan api tentu menurun sebanyak 10%. Gas ekzos yang dianalisis dalam ujian ini adalah karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂) dan oksida nitrogen (NO_x). Dari kajian ini perbandingan emisi gas ekzos bagi petrol teroksida menunjukkan kadar CO bergantung pada kelajuan enjin. Pengeluaran CO adalah lebih rendah dari petrol pada ujian kelajuan tanpa beban dari kelajuan rendah sehingga 1,600 rpm dan meningkat selepas kelajuan ini. Pengeluaran CO bagi ujian kelajuan tetap dengan beban mengalami penurunan hampir 28%. Pengeluaran CO₂ pula mengalami kenaikan sebanyak 2.7% bagi ujian kelajuan tanpa beban dan kenaikan purata 8% untuk ujian kelajuan tetap dengan beban. Pengeluaran NO_x pula mengalami penurunan sebanyak 9% bagi ujian kelajuan tanpa beban dan menurun 7% bagi ujian dengan beban. Hasil kajian ini menunjukkan peningkatan prestasi enjin dengan penambahan 0.2% bahan tambah teroksida dalam petrol standard.

Kata kunci: prestasi enjin; emisi ekzos; bahan tambah teroksida dalam bahan api; bahan tambah pengubahsuaian geseran; bahan tambah asid oleik

ABSTRACT

The objective of this study is to investigate the effect of oxygenated oleic acid additives in standard petrol on the engine performance and the exhaust emissions. The 4-stroke 1.5 litre engine was used on the engine test bed coupled to eddy current electric dynamometer which is also connected to CADET V12 control system and exhaust gas analyser IMR 2000/2000P. The oxygenated oleic acid additives used for this experiment is fixed at 0.2% by volume due to limited quantity available. Two types of test were carried out first test is with variable speed and no loads and the second test is at constant speed of 1,400 rpm with variable loads. The experimental results showed that the brake power increased by 2%, torque by 2%, brake thermal efficiency by about 7% and specific fuel consumption decreased by about 10%. The exhaust emissions analysed are carbon monoxide, (CO), carbon dioxide (CO₂) and oxides of nitrogen (NO_x). The result by comparing the oxygenated petrol with the standard petrol indicated that CO gas emission depend on the engine speed which decreased with increasing speed up to 1,600 rpm and increased after that speed on test without load. The CO also decreased by about 28% on the test with loads. The emission of CO₂ increased by 2.7% for tests with load and by 8% for tests without loads. The NO_x emission decreased by 9% for test without load and about 7% for test with load. This study indicates that engine performance is improved by adding 0.2% oxygenated additives to standard petrol.

Keywords: Engine performance; exhaust emission; oxygenated fuel additives; friction modifier additives; oleic acid additives

Bahan tambah merupakan bahan sebatian organik yang ditambahkan pada bahan api untuk memberikan kesan terhadap peningkatan prestasi bahan api. Ada beberapa bahan tambah petrol yang boleh ditambahkan kepada bahan api petrol standard (*RON 97*) atau disel untuk memperbaiki dan meningkatkan kualiti bahan api. Sebagai contoh ada bahan tambah petrol yang dicampurkan kepada bahan api adalah bahan tambah untuk meningkatkan oktana, bahan tambah anti-pengoksidaan, bahan pencuci, dan bahan tambah penyahaktif logam (Fergusson et al. 2001). Selain dari itu ada pula bahan tambah yang digunakan untuk membantu prestasi pelinciran. Ada beberapa bahan tambah digunakan untuk pengubahsuaian geseran dan bahan tambah pelincir bahagian atas omboh (Chevron Technical Bulletin, Wartawan, A.L 2002).

Bagi menaikkan prestasi enjin, salah satu cara yang biasa digunakan ialah dengan menaikkan oktana bahan api petrol. Ini dilakukan dengan penambahan bahan tambah teroksida yang berasaskan alkohol dan eter dalam petrol. Selain dari menaikkan oktana, penting juga meningkatkan prestasi enjin dan pengurangan emisi ekzos. Penggunaan bahan api yang menjimatkan juga perlu diambil kira bagi mengawal harga operasi kenderaan. Harga bahan api yang meningkat begitu mendadak telah memaksa para penyelidik untuk mencari bahan api alternatif supaya dapat menjimatkan penggunaan bahan api.

Perhatian penting perlu diberikan bagi mencari kaedah bagaimana hendak mengurangkan kesan geseran komponen omboh dalam silinder dan pengurangan penggunaan bahan api bagi enjin pembakaran dalam. Pengurangan geseran komponen dalam enjin, mungkin dapat meningkatkan kuasa enjin dan seterusnya boleh menjimatkan penggunaan bahan api. Satu kaedah untuk mengurangkan geseran komponen dalam enjin ialah dengan menambahkan bahan tambah dalam petrol dengan bahan tambah yang mempunyai sifat-sifat yang mengurangkan geseran (Cooney et al. 2003).

Beberapa penyelidikan awal telah melaporkan bahawa bahan tambah bagi lapisan sempadan terbaik digunakan bagi melincirkan sentuhan adalah molekul rantai panjang yang mengandungi kumpulan akhir yang aktif. Secara khasnya bahan organik, mempunyai kumpulan akhir yang aktif tersebut yang terdiri dari alkohol, amina dan asid lemak (Williams 1994).

Asas minyak kelapa sawit *POME* (*Palm Oil Methyl Ester*) pada amnya mengandungi kerencaman asid lemak (seperti asid palmetik, asid stearik dan asid oleik). Asid lemak dari kerencaman *POME* sangat berkesan sebagai pelincir lapisan sempadan kerana adanya struktur khutub yang dapat bertindak sebagai bahan tambah anti kekehausan dalam pelinciran. Masjuki dan Maleque (1997a, b) telah melakukan kajian menggunakan campuran *POME* sebagai minyak pelincir dalam enjin dua lejang. Hasil kajian mereka menunjukkan bahawa *POME* boleh digunakan sebagai pelincir. Banyak juga penyelidikan yang telah dijalankan bagi mengenal pasti perilaku tribologi, prestasi dan emisi

ekzos enjin dua lejang dengan menggunakan minyak sawit dan minyak mineral sebagai asas minyak pelinciran telah dilaporkan. Hasil penyelidikan itu menunjukkan bahawa minyak sawit sebagai asas minyak pelincir memperlihatkan prestasi yang baik bagi mengatasi kehausan. Minyak mineral adalah asas minyak pelincir yang memperlihatkan prestasi yang baik bagi mengatasi geseran (Masjuki et al. 1999).

Penggunaan asid lemak sebagai bahan tambah petrol kurang digunakan dalam kajian kerana sukar mengetahui kesan prestasi enjin dan emisinya. Dalam kajian ini kesan dari bahan tambah kepada prestasi enjin dan emisi pada peratusan campuran 0.2% telah dijalankan.

Banyak faktor penting yang lain yang mesti ada pada bahan tambah, diantaranya, meningkatkan prestasi enjin dan mestilah juga mudah terbakar dengan pembakaran lengkap sehingga emisi ekzos *CO* yang dikeluarkan menjadi rendah dan *CO₂* menjadi tinggi mengikut keseimbangan tindakbalas kimia. Emisi ekzos bergantung kepada beberapa faktor seperti kandungan bahan api dan bahan tambah dalam bahan api (DePetris 1993), nisbah kesetaraan udara/bahan api (McDonald et al. 1994), keadaan kelajuan enjin dan kandungan oksigen dalam pembakaran dan bahan api (Neimark et al. 1994). Kandungan oksigen dalam bahan api petrol mempengaruhi pembakaran bahan api serta emisi *CO* dan *CO₂* dalam ekzos. Bahan tambah *MTBE* merupakan salah satu bahan tambah teroksida yang dicampurkan dalam petrol standard kerana harganya yang murah serta sifat kimia yang baik. Bahan tambah *MTBE* dikatakan dapat mengurangkan emisi ekzos (Kivi et al. 1992). Sebagai contoh, petrol dengan campuran 15% *MTBE* dapat menurunkan emisi *CO* sebanyak 10 - 15%, *NO_x* sebanyak 1-1.7%, Hidrokarbon Tak-Terbakar (*UHC*) sebanyak 10 - 20 % (Kisenyi et al. 1994).

Hsiah et al. (2002) telah melakukan kajian prestasi enjin dan emisi ekzos pada enjin palam pencucuh dengan menggunakan campuran etanol-petrol dengan kadar campuran etanol 0%, 5%, 10%, 20% dan 30%. Kesimpulan daripada penyelidikannya, emisi *CO* dan *UHC* menurun dengan mendadak disebabkan oleh pembakaran lengkap bahan api dengan penambahan etanol dan emisi bagi *CO₂* meningkat disebabkan pembaikan dalam sistem pembakaran lengkap tersebut. Mereka mendapati dengan menggunakan bahan api campuran etanol dan petrol, emisi bagi *CO* menurun sehingga 10-90% dan emisi bagi *UHC* menurun sehingga 20-80%. Emisi bagi *CO₂* pula meningkat sehingga 5 - 25% bergantung kepada keadaan operasi enjin. Emisi *NO_x* telah dikenal pasti mengikut kepada nisbah kesetaraan. Emisi *NO_x* yang maksimum terjadi pada keadaan hampir kepada keadaan nisbah kesetaraan stokiometrik ($\Phi=1$).

Prestasi enjin juga boleh ditingkatkan dengan penambahan bahan teroksida ke dalam bahan api petrol standard. Hasil penyelidikan yang dilakukan oleh El-Kassaby (1993) dengan mencampurkan etanol sehingga 40% ke dalam bahan api petrol, mendapati bahawa terjadi peningkatan terhadap kuasa enjin dan peningkatan terhadap

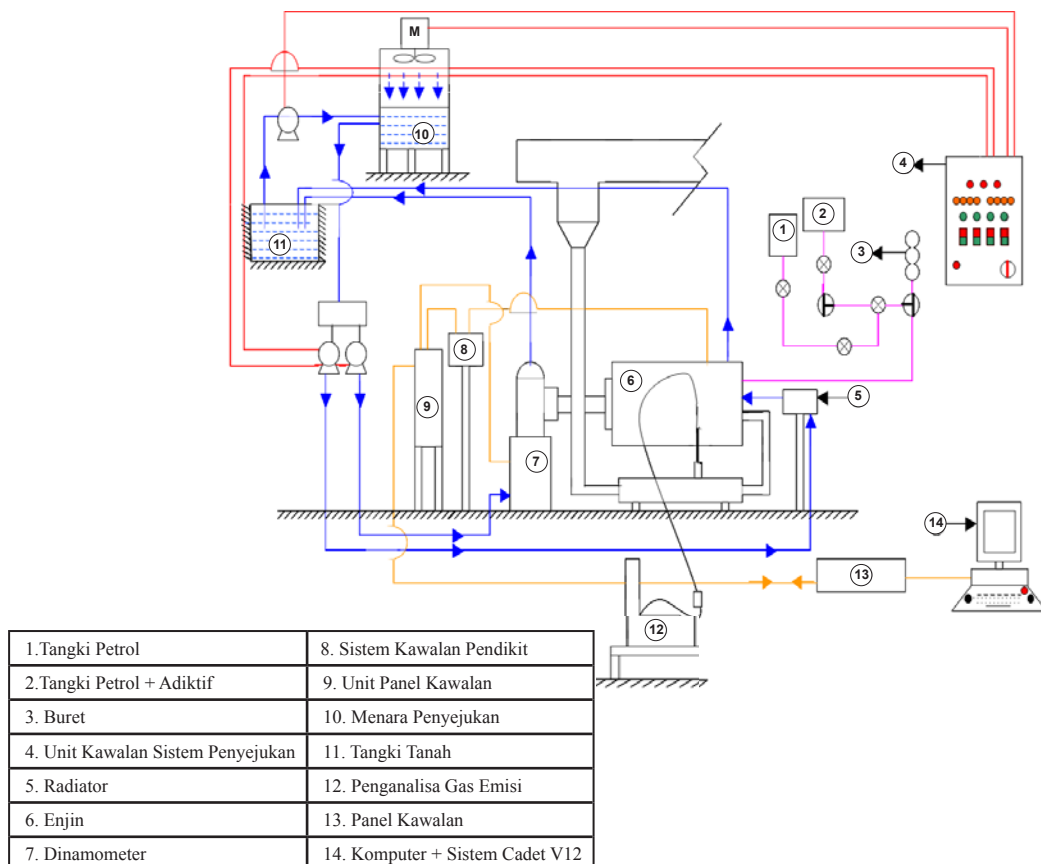
prestasi terbaik berlaku pada campuran 10% etanol dalam 90% petrol. Kajian Al-Hassan (2003) pula menyelidik kesan daripada campuran dengan kadar 0 - 25% etanol dalam petrol terhadap prestasi enjin dan emisi ekzos. Hasil kajian menunjukkan peningkatan kuasa brek, kecekapan terma brek masing-masing bertambah sebanyak 8.3% dan 9% secara purata berturutan. Selain itu emisi bagi CO telah menurun sebanyak 46.5% berdasarkan nilai purata dan emisi UHC juga menurun sebanyak 24% pada kesemua tahap kelajuan enjin. Kesan emisi bagi CO₂ menunjukkan peningkatan sebanyak 7.5%.

Dengan kefahaman bahawa peratusan oksigen boleh meningkatkan kualiti pembakaran bahan api, dan juga bahan tambah oleik asid dapat mengurangkan geseran serta kehausan. Gabungan diantara bahan sebatian asid oleik yang diozonkan dengan penambahan peratusan oksigen ini diharapkan dalam kinematik pembakaran boleh menghasilkan pembakaran lengkap dan pengeluaran kuasa yang tinggi. Kesan bahan tambah asid oleik teroksida ke atas prestasi enjin dan emisi ekzos dikaji dan dibentang dalam penyelidikan ini.

Alas ujian enjin digunakan untuk melakukan ujikaji dengan menggunakan enjin palam pencucuh. Rajah 1 menunjukkan skematik enjin dan komponen utama yang terpasang pada alas ujian enjin.

Komponen peralatan utama terdiri dari enjin yang digandingkan dengan dinamometer pusat elektrik dan disambungkan dengan sistem unit kawalan, sistem penyejukan, sistem bahan api, dan penganalisis emisi ekzos yang terdapat dalam alas ujian enjin. Ujikaji prestasi enjin dijalankan dengan menggunakan enjin jenis MAGMA 12 injap dengan spesifikasi seperti dalam Jadual 1.

Bahan api yang digunakan dalam penyelidikan ini ialah petrol standard RON 97. Bahan tambah yang telah dihasilkan melalui proses pengozonan digunakan untuk menambah kandungan oksigen dalam bahan tambah petrol tersebut (Suriati 2005). Ketumpatan petrol dan petrol teroksida diukur menggunakan *pycnometer* 5 ml pada suhu 20°C. Nilai kalori pula bagi kedua dua bahan api diukur menggunakan kalorimeter bom (*IKA-Calorimeter C5000*).



RAJAH 1. Susunan Skematik Enjin dan Komponen Peralatan pada Alas Ujian Enjin

JADUAL 1. Spesifikasi Enjin

Parameter Enjin	Nilai
Jenis Enjin	MAGMA 1500 c.c
Bilangan Silinder	4
Jara (<i>Bore</i>)	75.5 mm
Lejang	82 mm
Sesaran	1468 c.c
Nisbah Mampatan	9.2:1
Kuasa Enjin	67 kW (pada 6,000 rpm)

KAEDAH UJIKAJI

Ujikaji prestasi enjin dijalankan dengan kedudukan pendikit terbuka penuh. Dua kaedah ujian dijalankan iaitu ujian kuasa dengan kelajuan berubah dari 1,000 rpm hingga ke 1,800 rpm tanpa beban diberikan kepada enjin (ujian tanpa beban) dan keduanya dengan cara menetapkan kelajuan pada 1,400 rpm dan menambah beban kepada enjin dari 0-25 Nm (ujian dengan beban). Sebelum pengambilan data, enjin dihidupkan dan dibiarkan selama 5-10 minit dahulu untuk enjin mencapai keadaan stabil. Kemudian barulah ujian dijalankan pada kelajuan 1,000 – 2,400 rpm dengan peningkatan tambahan sebanyak 200 rpm setiap kali perubahan sehingga kepada kelajuan 2,400 rpm. Ujian pada kelajuan lebih tinggi sepatutnya juga dijalankan tetapi pada kelajuan yang lebih tinggi berlaku keadaan gegaran enjin yang menyukarkan data direkodkan. Data-data parameter prestasi enjin yang telah ditetapkan diambil bagi setiap kelajuan. Data prestasi seperti kelajuan enjin, kuasa brek dan daya kilas direkodkan terus melalui perisian *CADET VI2*. Data emisi ekzos pula di rekodkan dari alat analisis gas.

Nilai penggunaan bahan api tentu dan kecekapan terma dikira dari data yang diperolehi. Kadar aliran jisim bahan api diukur dengan menggunakan gelas buret dengan isipadu 100 cm³. Masa penggunaan bahan api diambil bagi 100 cm³ penggunaan bahan api dengan menggunakan jam randik dengan kejituan 0.02 saat. Kadar aliran udara juga dibaca dari perbezaan tekanan dalam saluran udara masuk.

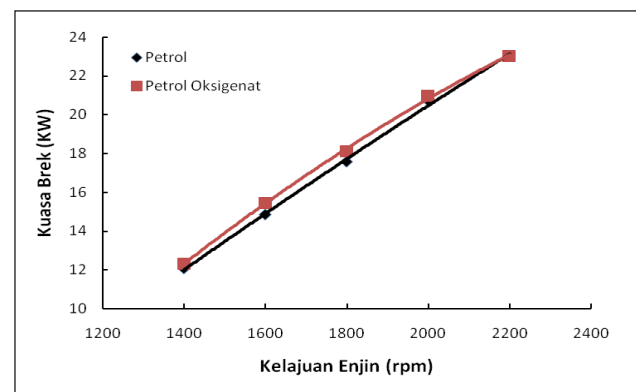
Ujian bagi emisi ekzos juga direkodkan pada ujian tanpa beban dan pada kedudukan pengendalian kelajuan tetap 1,400 rpm dengan beban (ujian dengan beban). Pada kedudukan pengendalian tanpa beban ujian dijalankan pada kelajuan 1,000 – 2,200 rpm. Data direkodkan pada setiap kenaikan kelajuan 200 rpm. Bagi pengendalian kelajuan tetap dengan beban, enjin di setkan tetap pada kelajuan 1,400 rpm dan pengambilan data dilakukan pada setiap kenaikan beban sebanyak 5 Nm. Ujian dijalankan bagi kedua bahan api petrol dan juga bahan api petrol teroksida.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

KESAN PETROL TEROKSIDA TERHADAP PRESTASI ENJIN KUASA BREK

Dari data-data yang diperolehi analisis dijalankan dan dikira nilai yang diperlukan serta perbandingan dibuat dan graf diterbitkan. Rajah 2 menunjukkan perbandingan diantara bahan api petrol standard dengan petrol teroksida berdasarkan kepada kuasa brek enjin. Daripada Rajah 2 didapati bahawa kuasa brek yang dihasilkan bagi penggunaan petrol teroksida menunjukkan peningkatan purata 2% berbanding dengan petrol standard. Peningkatan kuasa brek tersebut berlaku pada setiap kenaikan kelajuan dari 1,400 rpm sehingga 2,200 rpm. Nilai peratusan peningkatan maksimum kuasa brek sebanyak 4.0% berlaku pada kelajuan 1,600 rpm bagi petrol teroksida berbanding petrol standard.

Kenaikan kuasa brek bagi petrol teroksida terjadi berkemungkinan kerana kesan dan prestasi daripada bahan tambah teroksida yang boleh menurunkan rintangan geseran yang terjadi di dalam enjin. Penurunan geseran menyebabkan tenaga haba yang hilang kerana geseran berkurangan, dengan itu kuasa yang dihasilkan enjin meningkat. Pembakaran bahan api yang bertambah baik juga dengan bahan api petrol teroksida yang mempunyai oksigen yang lebih menghasilkan kuasa brek yang lebih tinggi.

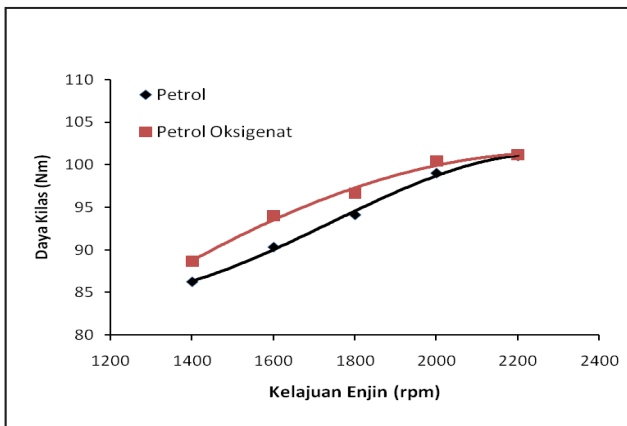


RAJAH 2. Graf bagi Kuasa Brek Melawan Kelajuan Enjin

DAYA KILAS

Graf perbandingan diantara bahan api petrol standard dengan petrol teroksida bagi daya kilas ditunjukkan dalam Rajah 3. Daripada Rajah 3 jelas menunjukkan bahawa penggunaan bahan tambah teroksida dapat meningkatkan daya kilas enjin. Daya kilas enjin meningkat selaras dengan peningkatan kelajuan enjin sehingga pada kelajuan 2,200 rpm. Ujikaji ini tidak sampai kepada kelajuan daya kilas maksimum kerana halangan gegaran alas uji enjin. Nilai peratusan perubahan daya kilas untuk petrol teroksida dibandingkan dengan petrol standard adalah 4% dan berlaku pada 1,600 rpm. Kenaikan daya kilas purata sebanyak 2% terjadi berkemungkinan kerana kesan dan prestasi daripada bahan tambah teroksida itu untuk pembakaran lengkap dan memberikan tekanan pembakaran yang baik dan menyebabkan daya tolakan terhadap ombok bertambah tinggi dan seterusnya meninggikan daya kilas enjin. Bagaimana pun kenaikan ini adalah terlalu sedikit bagi menunjukkan kesan jelas.

Kecekapan pembakaran hasil dari campuran udara-bahan api yang lebih oksigen terjadi kerana banyaknya oksigen yang terhasil dari petrol teroksida ini menyebabkan kenaikan daya kilas yang kecil. Selain dari itu haba yang dihasilkan juga menjadi lebih tinggi nilainya dan boleh digunakan untuk menolak ombok.

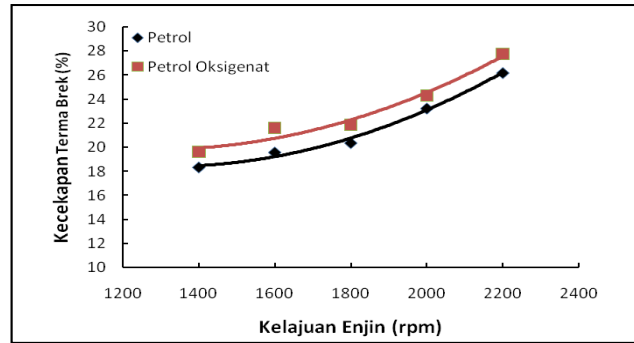


RAJAH 3. Graf Daya Kilas Melawan Kelajuan Enjin

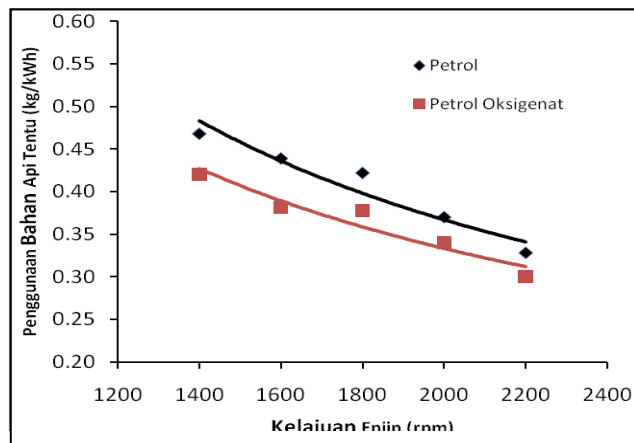
KECEKAPAN TERMA BREK

Graf perbandingan kecekapan terma yang dihasilkan oleh bahan api petrol dan petrol teroksida ditunjukkan dalam Rajah 4. Daripada Rajah 4 dapat dilihat kenaikan kecekapan terma brek bagi petrol teroksida dibandingkan petrol standard bagi setiap kelajuan. Nilai peratusan peningkatan kecekapan terma brek hampir selari dengan kecekapan petrol sebanyak 7% untuk petrol teroksida.

Kenaikan kecekapan terma brek ini terjadi berkemungkinan kerana kesan daripada bahan tambah teroksida tersebut yang menurunkan nilai haba hilang yang terjadi kerana kurangnya geseran antara ombok dan silinder. Keadaan ini menghasilkan kuasa brek yang bertambah dan meningkat seperti juga yang ditunjukkan dalam Rajah 2.



RAJAH 4. Graf Kecekapan Terma Brek Melawan Kelajuan Enjin



RAJAH 5. Graf Penggunaan Bahan Api Tentu Melawan Kelajuan Enjin

PENGGUNAAN BAHAN API TENTU

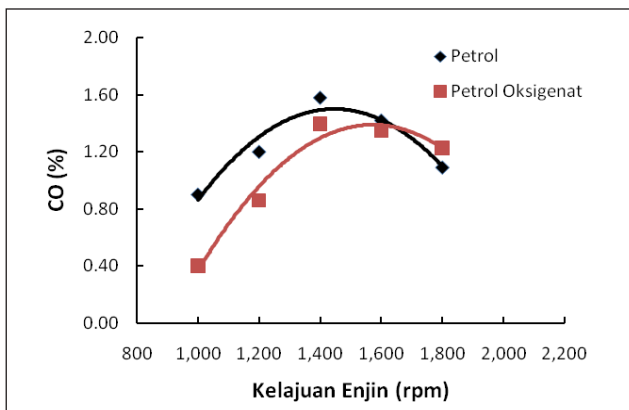
Graf perbandingan diantara petrol standard dengan petrol teroksida bagi penggunaan bahan api tentu ditunjukkan dalam Rajah 5. Daripada Rajah 5 tersebut dapat dilihat penggunaan bahan api tentu (pbt) menurun dengan kenaikan kelajuan enjin. Penggunaan bahan api tentu menurun menunjukkan bahawa enjin menggunakan bahan api yang kurang untuk menghasilkan kerja pada kelajuan tinggi dan menjadi lebih baik. Keadaan kelajuan putaran enjin yang tinggi dan pembakaran bahan api yang baik telah memberikan nilai penggunaan bahan api tentu yang rendah. Garisan graf tahap minimum tidak dicapai kerana ujian ini tidak sampai kepada tahap nilai minimum pbt. Daripada Rajah 5 diperhatikan bahawa penggunaan bahan api tentu untuk petrol teroksida berbanding petrol standard adalah lebih rendah dan mengalami penurunan bagi semua kelajuan enjin. Nilai purata peratusan penurunan pbt untuk petrol teroksida dibandingkan petrol standard adalah lebih kurang 10%.

Penurunan penggunaan bahan api tentu menyebabkan meningkatnya kecekapan terma (η_{th}) seperti yang ditunjukkan oleh Rajah 4, semakin menurun pbt semakin baik kecekapan terma yang dihasilkan enjin. Penurunan penggunaan bahan api tentu juga terjadi kerana enjin lebih cekap dan pengurangan tenaga haba yang hilang. Penambahan bahan tambah teroksida dalam petrol boleh

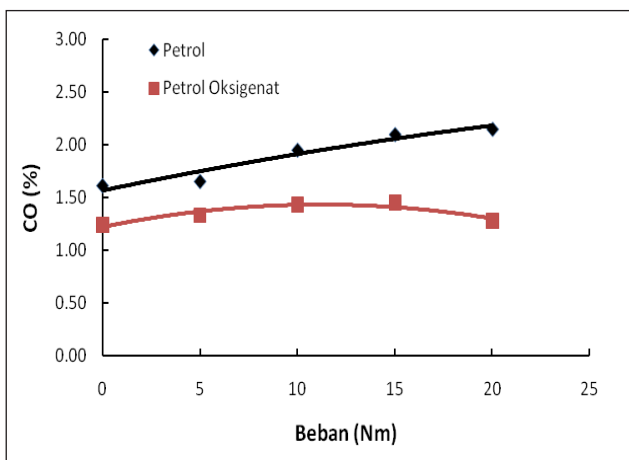
menyebabkan terjadi penambahan isipadu dalam campuran sehingga ketumpatan petrol teroksida bertambah. Oleh itu untuk isipadu silinder ombok yang sama, jisim petrol teroksida yang masuk ke dalam kebuk pembakaran semakin berkurangan dan ini menyebabkan kadar aliran bahan api juga berkurangan.

KESAN PETROL TEROKSIDA TERHADAP EMISI ENJIN KARBON MONOKSIDA

Rajah 6 menunjukkan perbandingan kesan emisi ekzos CO diantara petrol standard dengan petrol teroksida bagi ujian tanpa beban. Daripada Rajah 6 tersebut dapat diperhatikan bahawa emisi CO telah mengalami penurunan bagi petrol teroksida dibandingkan dengan petrol standard sehingga kelajuan 1,600 rpm dan nilainya lebih menaik dari emisi petrol biasa pada kelajuan tinggi. Penurunan emisi ekzos CO bagi petrol teroksida pada kelajuan rendah ini jelas menunjukkan kesan pembakaran lengkap dengan kerana lebih oksigen.



RAJAH 6. Graf CO Melawan Kelajuan Enjin pada Kedudukan Tanpa Beban



RAJAH 7. Graf CO Melawan Beban pada Kelajuan Tetap 1,400 rpm

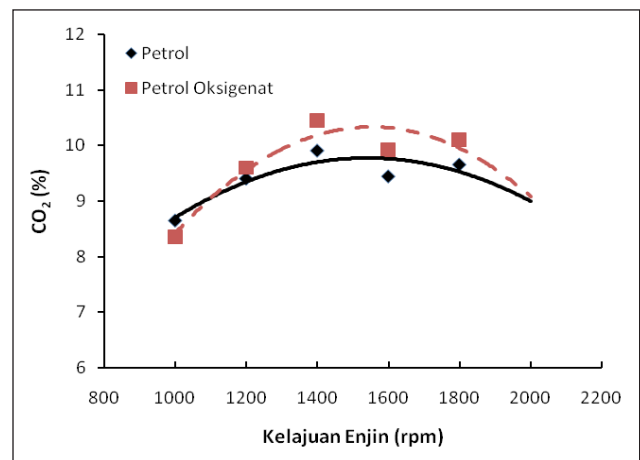
Daripada Rajah 7, perbandingan kesan keluaran emisi ekzos bagi CO untuk ujian dengan beban menunjukkan bahawa emisi CO bagi petrol teroksida memberikan penurunan purata 28% dibandingkan dengan petrol standard. Penurunan tertinggi berlaku pada beban 20 Nm yang tinggi dimana CO mengalami penurunan yang banyak hampir 40.5%.

Penurunan kadar pengeluaran emisi CO bagi petrol teroksida dibandingkan petrol standard berlaku kerana kesan daripada pertambahan oksigen dalam petrol teroksida yang boleh disumbangkan oleh bahan tambah teroksida. Selain itu pembakaran bahan api bagi petrol teroksida lebih baik dan lengkap dibandingkan petrol standard apabila enjin dibebankan. Kecekapan pembakaran juga dapat dikesan dari peningkatan pengeluaran karbon dioksida CO₂.

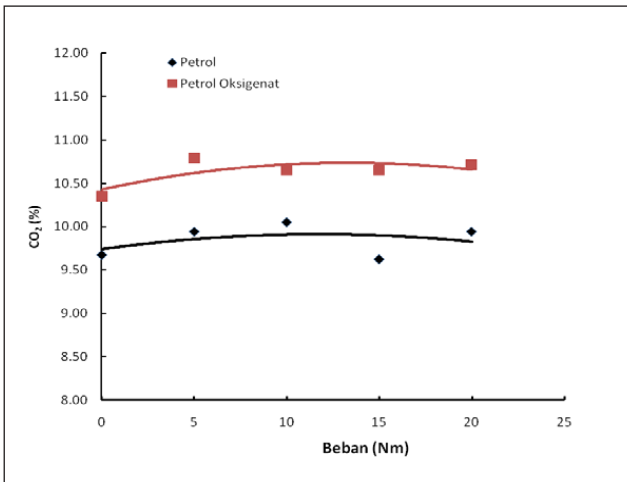
KARBON DIOKSIDA

Perbandingan kesan emisi ekzos CO₂ diantara petrol standard dengan petrol teroksida untuk ujian tanpa beban ditunjukkan pada Rajah 8. Daripada Rajah tersebut dilihat bahawa emisi CO₂ bagi petrol teroksida meningkat sebanyak purata 2.6% dibandingkan dengan petrol standard. Peningkatan maksimum terjadi pada kelajuan 1,600 rpm sebanyak 6.2% .

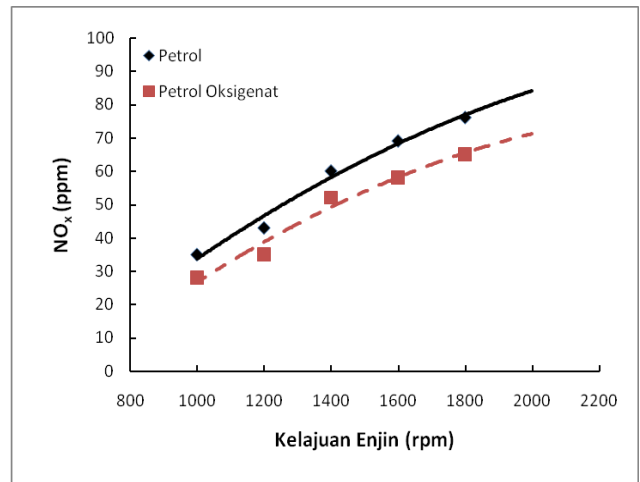
Rajah 9 menunjukkan perbandingan kesan emisi CO₂ untuk keadaan ujian dengan beban diantara petrol standard dengan petrol teroksida. Graf menunjukkan bahawa kadar keluran emisi CO₂ bagi petrol teroksida meningkat dengan kadar purata sebanyak 8% dan peningkatan maksimum berlaku pada pembebanan 15 Nm dengan CO₂ meningkat sebanyak 10.7%. Peningkatan emisi CO₂ bagi petrol teroksida untuk ujian tanpa beban dan ujian dengan beban menunjukkan kesan meningkatnya kandungan oksigen dalam petrol teroksida yang memberikan keadaan pembakaran lengkap.



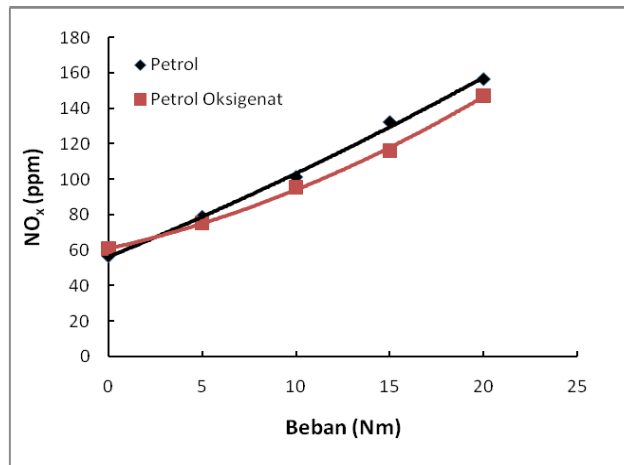
RAJAH 8. Graf CO₂ Melawan Kelajuan Enjin dengan Ujian Tanpa Beban



RAJAH 9. Graf CO₂ Melawan Beban pada Kelajuan Tetap 1,400 rpm



RAJAH 10. Graf NO_x Melawan Kelajuan Enjin pada Kedudukan Tanpa Beban



RAJAH 11. Graf NO_x Melawan Beban pada Kelajuan Tetap 1400 rpm

OKSIDA NITROGEN

KESIMPULAN

Rajah 10 menunjukkan perbandingan kesan emisi NO_x diantara petrol standard dengan petrol teroksida bagi ujian tanpa beban. Rajah tersebut menunjukkan emisi NO_x bagi petrol teroksida mengalami penurunan sebanyak purata 9% dibandingkan dengan petrol standard. Penurunan maksimum terjadi pada kelajuan tinggi yang mana NO_x mengalami penurunan sehingga 23.6%.

Rajah 11 pula menunjukkan perbandingan kesan emisi NO_x untuk ujian dengan beban, dan NO_x bagi petrol teroksida mengalami penurunan purata sebanyak 7% dibandingkan dengan petrol standard.

Penurunan kadar pengeluaran emisi ekzos NO_x bagi petrol teroksida dibandingkan petrol standard untuk ujian tanpa beban dan dengan beban terjadi dari kesan bahan tambah teroksida ini menyebabkan pembakaran yang lengkap dan cekap.

Dari data dan analisis yang dijalankan penambahan bahan tambah asid oleik teroksida telah menunjukkan beberapa kesan terhadap prestasi enjin dan juga emisi gas ekzos dan dibuat kesimpulan berikut:-

1. Asid oleik teroksida dapat digunakan sebagai bahan tambah kepada bahan api petrol. Walaupun dengan kadar campuran 0.2% telah menunjukkan kesan terhadap peningkatan prestasi enjin dan penurunan kadar emisi ekzos serta memberikan penjimatan terhadap penggunaan bahan api.
2. Penambahan 0.2% asid oleik teroksida dalam petrol dapat memberikan kesan dimana kuasa brek enjin mengalami sedikit kenaikan sebanyak 2%, daya kilas juga mengalami sedikit kenaikan sebanyak 2%, dan kecekapan terma brek naik sebanyak 7%. Kenaikan ini mungkin kecil

- tetapi boleh menjadi penanda kepada kesan kebajikannya.
3. Bagi penggunaan bahan api tentu penurunan sebanyak purata 10% boleh menyumbang kepada penjimatan penggunaan bahan api dengan penambahan bahan tambah teroksida yang sedikit. Ini boleh memberikan penggunaan yang menjimatkan.
 4. Dengan penggunaan petrol teroksida, dapat menurunkan emisi ekzos NO_x sebanyak 7% bagi ujian dengan beban dan 9% bagi ujian tanpa beban. Kadar keluaran emisi CO bergantung pada keadaan kelajuan enjin dan pengeluaran CO lebih rendah pada kelajuan rendah sehingga 1,600 rpm. Penurunan purata sebanyak 8% pada ujian tanpa beban dan penurunan sebanyak purata 28% pada ujian dengan beban. Penggunaan petrol teroksida ini dengan jelas menunjukkan dapat memberi pembakaran yang cekap dan pengeluaran CO_2 mengalami kenaikan purata sebanyak 2.6% untuk ujian tanpa beban dan sebanyak 8% untuk ujian dengan beban.
 5. Kajian seterusnya perlu dibuat bagi mencari peratusan yang sesuai untuk campuran yang lebih baik dan peratusan yang optima dan menjimatkan.

PENGHARGAAN

Pengarang ingin mengucapkan terima kasih kepada Ketua Jabatan Kejuruteraan Mekanik dan Bahan dan Ketua Jabatan Kimia dan Proses, Universiti Kebangsaan Malaysia kerana memberikan bantuan dan kerjasama kepada pelajar Sarjana ini menggunakan peralatan Jabatan dan membekalkan asid oleik teroksida untuk kajian ini.

RUJUKAN

- Al-Hassan, M. 2003. Effect of ethanol-unleaded gasoline blends on engine performance and exhaust emission. *Energy Conversion and Management* 44: 1547-1561.
- Ancillotti, F. & Fattore, V. 1998. Oxygenate fuels: Market expansion and catalytic aspect of synthesis. *Fuel Processing Technology* 57 : 63-194.
- Chevron Technical Bulletin. Fuel Economy of Gasoline Vehicle http://www.chevron.com/products/prodserv/fuels/bulletin/fuel_economy/.
- Cooney, A. M., Sneddon, A., Trainor, J. M., Ross, A. N., Mulqueen, S. 2003. Friction modifier for hydrocarbon fuels. *World Intellectual Property Organization*. International Publication No. WO 03/070860 A1 under Patent Cooperation Treaty Application.
- DePetris, C., Giglio, V., Police, G. & Prati, M. V. 1993. The influence of gasoline formulation on combustion and emissions in spark-ignition engines. *SAE Paper* 932679.
- EL-Kassaby, M. M. 1993. Effect of using differential ethanol-gasoline blends at different compression ratio on SI engine. *Alexandria Engineering Journal* 32(3): 135-142.
- Fergusson, C. R. & Kirkpatrick, A. T. 2001. *Internal combustion engine: Applied thermosciences*. New York: John Wiley & Sons.
- Hsieh, W. D., Chen, R. H., Wu, T. L. & Lin, T. H. 2002. Engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol-gasoline blended fuels. *Atmospheric Environment* 36: 403-410.
- Kisenyi, J. M., Savage, C. A. & Simmonds, A. C. 1994. The impact of oxygenates on exhaust emissions of six European cars. *SAE Paper* 940929.
- Kivi, J., Niemi, A., Nylund, N., Kyto, M. & Orre, K. 1992. Use of MTBE and ETBE as gasoline reformulation components. *SAE Paper* 922379.
- McDonald, C. R., Shore, P. R., Lee, G. R., den Otten, J. & Humphries, D.T. 1994. The effect of gasoline composition on stoichiometry and exhaust emissions. *SAE Paper* 941868.
- Masjuki, H. H. & Maleque, M. A. 1997a. Wear, performance and emissions of a two-stroke engine running on palm oil methyl ester blended lubricant. *Proceedings of Institutions Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology* 210: 213-219.
- Masjuki, H. H. & Maleque, M. A. 1997b. Investigation of the anti-wear characteristics of palm oil methyl ester using a four-ball tribometer test. *Wear* 206: 179-186.
- Masjuki, H. H., Maleque, M. A., Kubo, A. & Nonaka, T. 1999. Palm oil and mineral oil based lubricants – their tribological and emission performance. *Tribology International* 32: 305-314.
- Neimark, A., Kholmer, V. & Sher, E. 1994. The effect of oxygenates in motor fuel blends on the reduction of exhaust gas toxicity. *SAE Paper* 940311.
- Suriati Abdullahi. 2005. Penghasilan sebatian diol berasaskan asid lemak tak tepu minyak sawit. Latihan Ilmiah. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Wartawan, A. L. 1997. *Bahan Bakar Mesin Otomotif*. Jakarta: Penerbit Universitas Trisakti.
- Williams, J. A. 1994. *Engineering Tribology*. Oxford: Oxford University Press.
- Yamanaka, Y., Hayama, M., Oi, T., Imai, J. & Satoh, M. 1998. Development of grinding fluid for CBN grinding wheel: part III. *Lubrication Engineering* 50(1): 24-30.
- Yamanaka, Y., Oi, T., Nanao, H. & Satoh, M. 2000. Development of new grinding fluid for CBN grinding wheel: part V – a study on the grinding performance of various types of carboxylic acids. *Lubrication Engineering* 56(3): 25-31.
- Yusoff Ali & Irfan Wahyudi
Jabatan Kejuruteraan Mekanik dan Bahan
Fakulti Kejuruteraan & Alam Bina,
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi
Malaysia

Abdul Amir Hassan Kadhum
Jabatan Kejuruteraan Kimia dan Proses
Fakulti Kejuruteraan & Alam Bina,
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi
Malaysia

*Corresponding author; e-mail: yusoff@eng.ukm.my

Received Date : 29th September 2006

Accepted Date : 4th December 2009

