

ANALISA KINERJA MESIN OTTO BERBAHAN BAKAR PREMIUM DENGAN PENAMBAHAN ADITIF OKSIGENAT DAN ADITIF PASARAN

Bambang Sugiarto, Setyo Bismo¹, Arinal

Dept. Teknik Mesin, Dept. Teknik Kimia¹

Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Kampus Baru UI, Depok 16424

Email : bangsugi@eng.ui.ac.id

Abstrak

Performa mesin dan kualitas emisi gas buang kendaraan bermotor sangat bergantung pada kualitas bahan bakar yang digunakan. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas bahan bakar adalah dengan mencampur bahan bakar dengan zat aditif. Namun, saat ini dibutuhkan zat aditif yang tidak hanya mampu meningkatkan performa mesin, tetapi juga dapat mengurangi konsumsi bahan bakar serta lebih ramah lingkungan. Penelitian ini akan membahas tentang pengaruh campuran oksigenat dan campuran aditif pasaran sebagai aditif pada Premium pada motor Otto empat langkah. Penelitian dilakukan di Laboratorium Termodinamika Departemen Teknik Mesin FTUI. Parameter yang akan dianalisa adalah daya (BHP), konsumsi bahan bakar spesifik (SFC), dan kadar emisi yang dihasilkan (HC, CO). Kompresi rasio diambil dari kondisi standar motor sebesar 8,2:1. Komposisi penambahan oksigenat pada Premium yang digunakan sebesar 0,25% dan penambahan aditif pasaran 0,1%.. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa penambahan oksigenat sebagai aditif pada Premium menaikkan daya sampai 20,59%, penurunan nilai SFC sampai 22,73%, sedangkan penambahan aditif pasaran pada Premium mengakibatkan daya naik sekitar 14,71% dan terjadi penurunan SFC sekitar 15,90%. Penambahan aditif pada Premium juga menurunkan kadar emisi HC dan CO. Hasil tersebut adalah nilai yang didapat untuk campuran oksigenat 0,25% dan aditif pasaran sebesar 0,1% dimana komposisi tersebut merupakan komposisi terbaik dari masing-masing aditif yang diujikan..

Kata kunci : BHP, SFC, Efisiensi Termal, Oksigenat, Premium

1. PENDAHULUAN

Kesempurnaan pembakaran di dalam mesin dari suatu bahan bakar sangat penting dalam motor pembakaran dalam karena hal ini akan mempengaruhi performa mesin secara keseluruhan dan efisiensi pembakaran pada mesin itu sendiri. Selain itu, efek dari pembakaran yang tidak sempurna di dalam ruang bakar pada mesin dapat mengakibatkan efek knocking pada mesin [5]. Sehingga mengakibatkan semakin banyaknya emisi yang dapat merusak lingkungan.

Nilai oktan bahan bakar merupakan salah satu parameter untuk mengetahui kesempurnaan pembakaran di dalam mesin. Berbagai macam cara digunakan untuk meningkatkan nilai oktan bahan bakar, salah satunya adalah dengan menambahkan zat aditif pada bahan bakar yang akan digunakan. Diharapkan dengan penambahan zat aditif ini, maka pembakaran akan semakin sempurna sehingga dapat meningkatkan performa dan efisiensi mesin.

Namun saat ini, tantangannya adalah mencari zat aditif yang ramah lingkungan dan sedapat mungkin mengurangi konsumsi bahan bakar.

Salah satu zat aditif yang digunakan untuk meningkatkan kesempurnaan pembakaran adalah oksigenat. Oksigenat merupakan senyawa organik yang mengandung oksigen. Senyawa oksigenat dapat dicampur ke dalam bensin untuk menambah angka oktan dan kandungan oksigennya. Selama pembakaran, oksigen tambahan di dalam bensin dapat mengurangi emisi karbon monoksida dan material-material pembentuk ozon atmosferik. Selain itu, senyawa oksigenat juga memiliki sifat-sifat pencampuran yang baik dengan bensin. Oksigenat dapat dibuat dari bahan – bahan minyak nabati sehingga cukup ramah lingkungan.

Untuk mengetahui kemampuan aditif oksigenat yang pada pengujian sebelumnya telah penulis lakukan, dengan hasil kenaikan daya, penurunan SFC dan perbaikan emisi yang cukup signifikan [1] maka perlu dilakukan pengujian dengan membandingkan dengan aditif yang ada di pasaran.

Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan aditif dengan menggunakan additif oksigenat yang sama dengan aditif yang ada di pasaran pada motor Otto. Pada penelitian ini dilakukan

perbandingan antara aditif oksigenat 0,25% dengan aditif pasaran 0,1% yang merupakan hasil terbaik dari pengujian kedua aditif, dimana sebelumnya dilakukan perbandingan awal pada aditif oksigenat dengan komposisi 0,15%, 0,2% dan 0,25% dan aditif pasaran dengan komposisi 0,1%, 0,15% dan, 0,2% yang ditinjau dari BHP, SFC. Untuk selanjutnya aditif oksigenat disebut "A" dan aditif yang ada di pasaran disebut "P"

2. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisa pengaruh penambahan aditif oksigenat dan aditif pasaran pada bahan bakar terhadap :
 - a. Daya Mesin
 - b. Laju konsumsi bahan bakar spesifik dari bahan bakar yang diuji
 - c. Prosentase kadar emisi gas buang yang dihasilkan dari bahan bakar yang diuji.

3. TINJAUAN PUSTAKA

A. Performa Mesin Otto [3]

❖ *Brake Horse Power*

Brake Horse Power, W_b , digunakan untuk menunjukkan bahwa daya yang diukur adalah daya pada poros mesin. Daya ini merupakan daya yang dihasilkan mesin kepada beban-beban (inersia mobil, gesekan udara, dll.). Nilai dari *Brake Horse Power* lebih sedikit dari daya yang dibangkitkan oleh gas pembakaran didalam silinder. Hal ini dikarenakan terjadinya gesekan mekanik dan beban-beban tambahan, seperti pompa oli.

Salah satu cara untuk mengukur *Brake Horse Power* (W_b) adalah dengan meletakkan suatu alat ukur pada poros mesin. Alat yang digunakan adalah elektrik dinamometer, atau *brake*. Dinamometer mengukur torsi (T), yang dihasilkan oleh mesin pada putaran tertentu. Torsi merupakan besaran yang menyatakan kemampuan mesin untuk melakukan kerja, sedangkan Daya adalah nilai dimana kerja dapat dilakukan.

❖ *Specific Fuel Consumption*

Specific Fuel Consumption (SFC) merupakan parameter yang biasa digunakan pada motor pembakaran dalam untuk menggambarkan pemakaian bahan bakar. *Specific Fuel Consumption* didefinisikan sebagai perbandingan antara laju aliran massa bahan bakar terhadap daya yang dihasilkan (output). Dapat pula dikatakan bahwa *Specific Fuel Consumption* (SFC) menyatakan seberapa efisien bahan bakar yang disuplai ke mesin untuk dijadikan daya output. Satuan dalam Sistem Internasional (SI) adalah kg/kWh.

SFC disebut *Brake Specific Fuel Consumption* (BSFC) jika menggunakan *brake horse power*, dan jika menggunakan *indicated power* maka disebut *Indicated Specific Fuel Consumption* (ISFC). Nilai SFC yang rendah mengindikasikan pemakaian bahan bakar yang irit, oleh sebab itu, nilai SFC yang rendah sangat diinginkan untuk mencapai efisiensi bahan bakar. *Brake Specific Fuel Consumption* (BSFC) juga merupakan suatu parameter yang tepat untuk membandingkan kinerja mesin.

B. Angka Oktan Bahan Bakar [4]

❖ *Pengertian Angka Oktan*

Pengertian angka oktan

Angka oktan suatu bahan bakar adalah bilangan yang menyatakan persentase volume iso-oktana dalam campuran yang terdiri dari iso-oktana (*2,2,4-trimethylpentane*) dan normal-heptana (*n-heptane*). Contoh sederhana adalah Premium dengan angka oktan 88, yang berarti campuran volume iso-oktana sebanyak 88% dan 12% volume normal-heptana. Bahan bakar yang baik

haruslah memiliki angka oktan yang tinggi pada seluruh daerah destilasinya untuk mencegah terjadinya *knocking*.

Aditif Pada Bensin

Menaikkan angka oktan pada bensin adalah salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas bensin. Untuk mendapatkan bensin dengan angka oktan yang cukup tinggi dapat ditempuh beberapa cara: memilih minyak bumi dengan kandungan aromatik yang tinggi ; meningkatkan kandungan aromatik melalui pengolahan reformasi atau alkana bercabang dengan alkilasi atau isomerisasi atau olefin bertitik didih rendah; menggunakan komponen berangka oktan tinggi sebagai bahan ramuan seperti alkohol atau eter; menambahkan aditif peningkat angka oktan.

Senyawa Oksigenat [2]

Oksigenat adalah senyawa organik cair yang dapat dicampur ke dalam bensin untuk menambah angka oktan dan kandungan oksigennya. Selama pembakaran, oksigen tambahan di dalam bensin dapat mengurangi emisi karbon monoksida, CO dan material-material pembentuk ozon atmosferik. Selain itu senyawa oksigenat juga memiliki sifat-sifat pencampuran yang baik dengan bensin. Semua oksigenat mempunyai angka oktan di atas 100.

Beberapa senyawa organik beroksigen (oksigenat) yaitu :

1. **Alkohol** (methanol, etanol, isopropil alkohol)
2. **Eter** (Metil Tertier Butil Eter (MTBE), Etil Tertier Butil Eter (ETBE) dan Tersier Amil Metil Eter (TAME))
3. **Ozonida**

Hasil reaksi transesterifikasi dari minyak nabati tersebut direaksikan dengan Iso Propil Alkohol (IPA) dengan bantuan katalis basa (NaOH) berupa gliserin dan alkil ester. Selanjutnya senyawa alkil ester direaksikan dengan ozon sehingga didapatkan senyawa ozonida yang digunakan sebagai oksigenat. Senyawa yang terakhir inilah yang digunakan sebagai zat aditif oksigenat pada Premium yang digunakan pada penelitian tentang performa motor otto ini.

C. Emisi Gas Buang Kendaraan

❖ Proses Pembakaran Dalam Mesin Otto

Proses pembakaran yang terjadi didalam ruang bakar merupakan serangkaian proses kimia yang melibatkan campuran bahan bakar berupa HC dengan oksigen. Proses pembakaran ini menghasilkan empat macam gas buang, berupa CO₂, CO, NO_x dan HC. Keempat macam gas buang ini terbentuk pada proses pembakaran sempurna dan tidak sempurna.

4. METODOLOGI PENELITIAN

Pengujian dilakukan untuk mengetahui fenomena yang terjadi pada mesin otto dengan penggunaan bahan bakar premium dengan penambahan aditif oksigenat dan aditif pasaran. Parameter utama yang diamati yaitu besarnya Torsi yang dihasilkan pada variasi perbandingan kompresi dan putaran, laju aliran bahan bakar, analisa gas buang yang dihasilkan dan dilanjutkan dengan menghitung beberapa perubahan performa dari mesin Otto. Pengujian ini didasarkan pada kondisi sebagai berikut :

- Tekanan udara luar pada keadaan standar (1 atmosfer).
- Temperatur ambien dijaga antara 30°C (303°K) sampai 38°C (311°K).
- Aliran Bensin yang diamati setiap 50 ml.
- Konsumsi udara masuk tetap, tidak berubah-ubah.
- Rasio Kompresi mesin Otto 8,1:1

Variasi Pengujian

1. Variasi Kandungan Bahan Bakar

- Premium
- Premium + A 0,15 %
- Premium + A 0,2 %
- Premium + A 0,25%
- Premium + P 0,1%
- Premium + P 0,15%
- Premium + P 0,2%

2. Variasi Throttle Terhadap Putaran Mesin Yang Tetap 1700 rpm

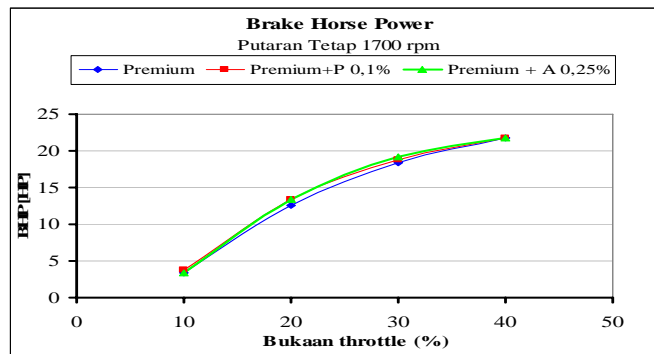
- Buka throttle 10 % s/d 40%

3. Variasi Putaran Pada Buka Throttle tetap 20%

- Putaran 1300 rpm s/d 2100 rpm

5. HASIL DAN ANALISA

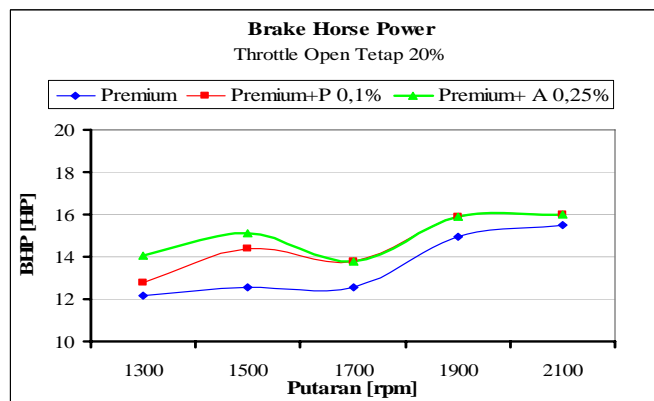
5.1 Analisa Daya (BHP)



Grafik 1. Daya vs Buka Throttle

Dari hasil pengolahan data untuk mengetahui daya yang dihasilkan, dapat dilihat bahwa pada setiap buka throttle terjadi efek yang bervariasi. Dengan menjadikan nilai BHP Premium sebagai acuan maka didapat :

- Untuk Premium + P 0,1%, nilai BHP pada buka throttle 10% mengalami kenaikan sebesar 12,50%, pada buka throttle 20% kenaikan BHP sebesar 6,67% dan pada buka throttle 30% terjadi kenaikan BHP sebesar 2,27%. Sedangkan pada buka throttle 40% nilai BHP sama dengan BHP Premium .
- Untuk Premium + A 0,25% pada buka throttle 10% nilai BHP sama dengan Premium. Sedangkan untuk buka 20% naik sebesar 6,67% dan buka throttle 30% naik sebesar 4,55%. Sedangkan untuk buka throttle 40% naik sebesar 6,25%.

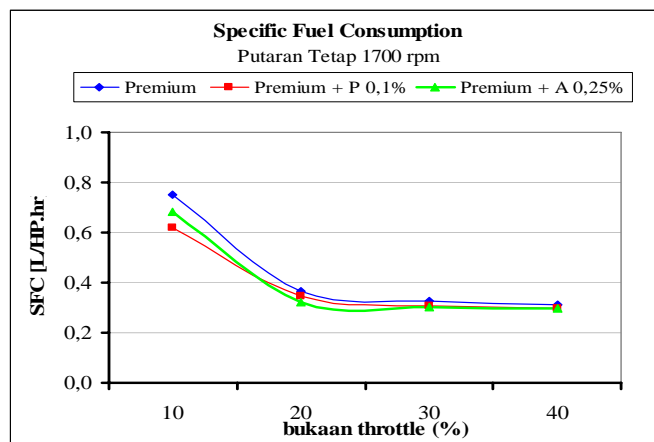


Grafik 2. Daya vs Putaran

Dari hasil pengolahan data, untuk mengetahui daya yang dihasilkan, dapat dilihat bahwa pada setiap putaran terjadi efek yang bervariasi. Dengan menjadikan nilai BHP Premium sebagai acuan maka didapat :

- Untuk Premium + P 0,1%, nilai BHP mengalami kenaikan pada setiap variasi putaran, pada putaran 1300 rpm mengalami kenaikan sebesar 5,26%. Putaran 1500 rpm naik sebesar 14,71%, putaran 1700 rpm naik sebesar 10% dan putaran 1900 rpm naik 6,25% serta putaran 2100 rpm naik sebesar 3,33 %. Kenaikan tertinggi terdapat pada putaran 1500 rpm dengan kenaikan sebesar 14,71%.
- Untuk Premium + A 0,25% dengan Premium sebagai acuan nilai BHP, pada putaran 1300 rpm mengalami kenaikan sebesar 15,79%, putaran 1500 rpm mengalami kenaikan 20,59%, putaran 1700 mengalami kenaikan 10% dan putaran 1900 rpm mengalami kenaikan sebesar 6,25% serta 3,3% pada putaran 2100 rpm.

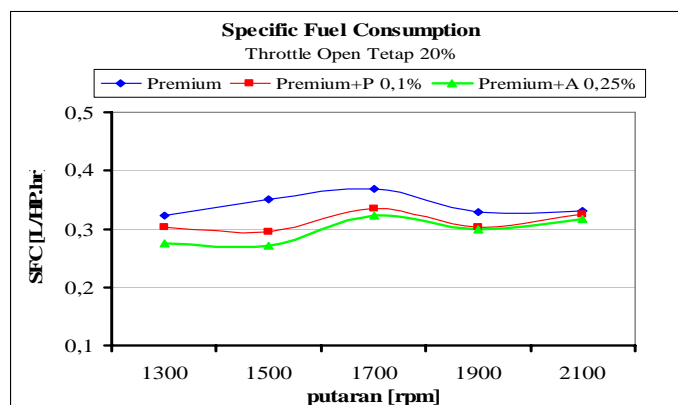
5.2 Analisa Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)



Gambar 3. SFC vs bukaan throttle

Secara umum, penambahan aditif menurunkan nilai SFC. Untuk keseluruhan nilai SFC dapat dilihat dari penjelasan berikut :

- Untuk Premium + P 0,1%, nilai SFC pada bukaan throttle 10% sebesar 17,46% penurunan SFC pada bukaan throttle 20% sebesar 6,25% dan pada bukaan throttle 30% sebesar 5,38%. Sedangkan pada bukaan throttle 40% SFC turun sebesar 5,36%.
- Untuk Premium + A 0,25% dengan Premium sebagai acuan juga terjadi penurunan SFC pada semua bukaan throttle. Pada bukaan throttle 10% sebesar 9,49% dan pada bukaan throttle 20% terjadi penurunan sebesar 11,90% pada throttle 30% sebesar 7,43%. Sedangkan pada bukaan throttle 40% mengalami penurunan SFC sebesar 5,36%.



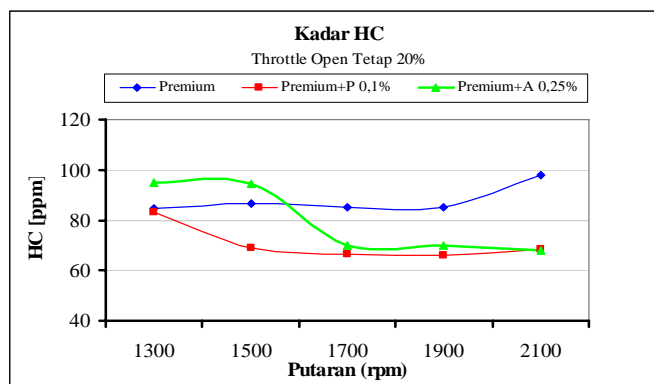
Gambar 4. SFC vs putaran

Dari grafik diatas terlihat bahwa terjadi penurunan pada tiap putaran, dimana penambahan aditif dapat menurunkan nilai SFC. Untuk keseluruhan nilai SFC dapat dilihat dari penjelasan berikut :

- Untuk Premium + P 0,1%, nilai SFC pada putaran 1300rpm sebesar 6,02% penurunan SFC putaran 1500 rpm sebesar 15,90%, putaran 1700 rpm terjadi penurunan SFC 9,09% dan pada putaran 1900 rpm sebesar 8,39% serta pada putaran 2100 rpm tidak terjadi penurunan SFC.
- Untuk Premium + A 0,25% dengan Premium sebagai acuan juga terjadi penurunan SFC pada semua bukaan throttle. nilai SFC pada putaran 1300 rpm turun sebesar 14,57%, penurunan SFC pada putaran 1500 rpm sebesar 22,73%, putaran 1700 rpm terjadi penurunan SFC sebesar 12,46% dan pada putaran 1900 SFC mengalami penurunan sebesar 9,60% serta pada putaran 2100 rpm SFC turun sebesar 4,59%

5.3 Analisa Kadar Emisi

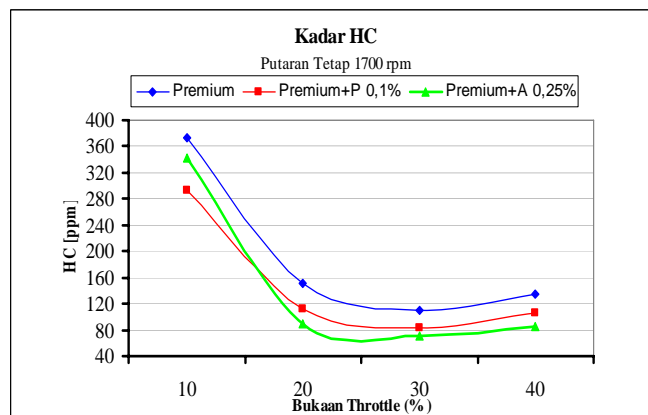
5.3.1 Analisa Kadar Hidrokarbon (HC)



Gambar 5. Kadar HC vs Putaran

Dari grafik di atas dengan menjadikan Premium sebagai acuan dapat dijelaskan bahwa :

- Untuk Premium + P 0,1% kadar HC mengalami penurunan, dengan persentase penurunan terendah 1,78% untuk putaran 1300 rpm, penurunan terbesar terjadi pada putaran 2100 rpm sebesar 30,1%.
- Untuk Premium + A 0,25% terjadi peningkatan HC pada putaran 1300 rpm sebesar 12,43% dan 9,25% pada putaran 1500 rpm, tetapi pada putaran 1700 rpm dan 1900 rpm turun sebesar 17,65% dan pada putaran 2100 rpm turun sekitar 30,61% dan merupakan persentase tertinggi untuk penurunan kadar HC terhadap putaran.



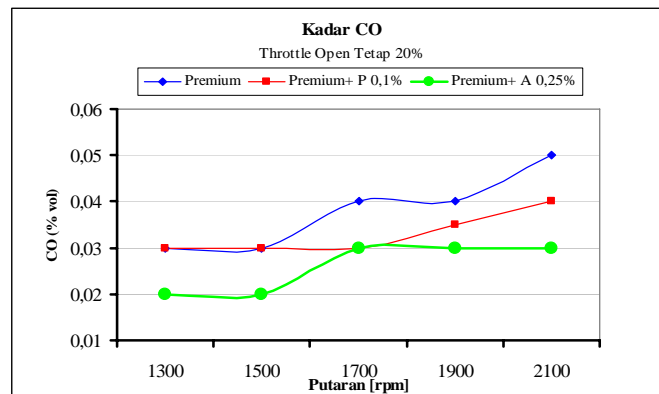
Gambar 6. Kadar HC vs bukaan throttle

Dari grafik di atas dengan menjadikan Premium sebagai acuan terlihat bahwa Premium + P 0,1% maupun Premium+A 0,25% mengalami penurunan kadar HC yang sangat signifikan dan dapat dijelaskan bahwa :

- Untuk Premium + P 0,1% kadar HC mengalami penurunan, dengan persentase penurunan sebesar 21,66% pada bukaan throttle 10%, 25,58% untuk bukaan throttle 20% dan 23,74% untuk bukaan throttle 30% serta 21,27% untuk bukaan throttle 40%
- Untuk Premium + A 0,25% terjadi peningkatan HC pada bukaan throttle 10% sebesar 8,29% dan 40,53% pada bukaan throttle 20%, pada bukaan throttle 30% turun sebesar 35,16% dan pada bukaan throttle 40% penurunan terjadi sebesar 35,82%.

Jadi campuran Premium + P 0,1% dan Premium + A 2,5% dapat mengurangi emisi HC, dimana untuk Premium + P 0,1% dapat menurunkan emisi HC sampai 23,74% sedangkan campuran Premium + A 2,5% dapat menurunkan emisi HC sampai 40,5%.

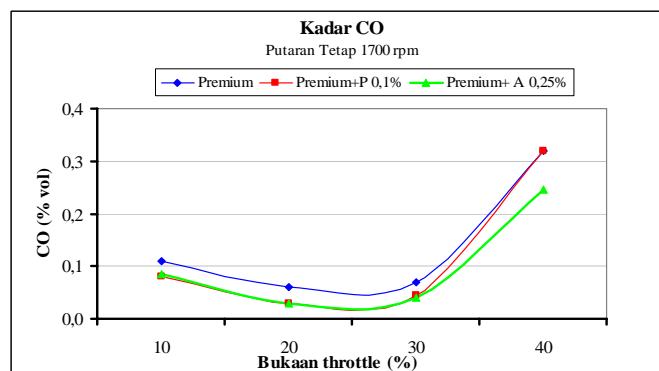
5.3.2 Analisa Kadar Karbon Monoksida (CO)



Gambar 7. Kadar CO vs Putaran

Dari grafik diatas terlihat jelas bahwa kadar CO yang dihasilkan oleh premium meningkat seiring meningkatnya putaran.

- Pada Premium + P 0,1% kadar CO yang dikeluarkan cenderung sama dengan Premium. Hal ini terlihat pada putaran 1300 rpm dan 1500 rpm. Tetapi pada putaran selanjutnya mengalami penurunan kadar CO sebesar 25% pada putaran 1700 rpm, 12,55% pada putaran 1900 rpm dan pada putaran 2100 rpm mengalami penurunan sebesar 20%.
- Sedangkan pada campuran Premium + A 0,25% mengalami penurunan pada tiap putaran, dan berkisar antara 33,33% sampai 40%. Dimana persentase terbesar terdapat pada putaran 2100 rpm.



Gambar 8. Kadar CO vs bukaan throttle

Dari grafik di atas terlihat bahwa pada kadar CO terhadap bukaan throttle pada :

- Pada campuran Premium + P 0,1% juga mengalami penurunan kadar CO pada bukaan throttle 10% sebesar 27,27%, bukaan 20% menunjukkan penurunan yang signifikan sebesar 50% serta penurunan sebesar 42,86% pada bukaan 30% , namun pada bukaan throttle 40% kadar CO yang dikeluarkan terlihat sama dengan Premium.
- Campuran Premium + A 0,25% juga memiliki kadar CO yang lebih kecil dengan kadar CO yang dihasilkan bahan bakar Premium. Dengan penurunan sebesar 22,73% pada bukaan 10% dan pada bukaan throttle 20% juga sampai 50%. Untuk bukaan throttle 30% terjadi penurunan sebesar 42,86% dan pada bukaan throtle 40% penurunan CO sebesar 24,44%. Secara keseluruhan, campuran Premium + A 0,25% mengurangi kadar emisi CO pada berbagai variasi bukaan throttle.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pengolahan data yang didapatkan dari hasil pengujian mesin Otto dengan bahan bakar premium, dibandingkan dengan premium ditambah aditif oksigenat dan aditif yang ada di pasaran, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan aditif oksigenat A 0,25% maupun aditif pasaran P 0,1% premium terbukti dapat meningkatkan daya serta penghematan konsumsi bahan bakar. Dimana hasil yang didapatkan untuk penambahan aditif oksigenat A 0,25% lebih baik dari aditif pasaran.
2. Ditinjau dari emisi yang dihasilkan, penambahan aditif oksigenat A 0,25% maupun aditif pasaran P 0,1% sama-sama menghasilkan emisi yang baik. Berdasarkan data yang diperoleh penambahan aditif oksigenat A 0,25% mempunyai persentase penurunan kadar HC yang lebih tinggi dari aditif P 0,1%. Sedangkan untuk kadar emisi CO penambahan aditif oksigenat A 0,25% menurunkan kadar CO yang lebih tinggi dari pada pada penambahan aditif pasaran. Hal ini membuktikan lebih sempurnanya pembakaran pada bahan bakar premium yang ditambahkan oksigenat. Dengan kata lain penambahan oksigenat pada premium menghasilkan emisi yang lebih ramah lingkungan dari pada penambahan aditif pasaran.
3. Berdasarkan daya yang dihasilkan (BHP) dan konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) serta emisi yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa campuran Premium+ aditif oksigenat lebih baik dari campuran Premium + aditif pasaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bambang Sugiarto, Setyo Bismo, Hari Juanda, Gusti 2006, Kinerja Mesin Otto dengan penambahan campuran oksigenat sebagai additif, SEMINAR NASIONAL UNIVERSITAS BRAWIJAYA 2006
- [2]. Bismo, Setijo. *Sintesis Biodiesel dengan Teknik Ozonasi : Ozonolisis Etil-Ester Minyak Sawit Sebagai Suatu Bahan Bakar Diesel Alternatif*. Jurnal Teknik Kimia, Indonesia, 2005.
- [3]. Seiki, Ogawa Co. Engine Research Test Bed Manual. Tokyo, Japan.
- [4]. Sudarmadi, Purwosutrisno. *Angka Oktan dan Pencemaran Udara*. 2001, Jakarta
- [5]. Sugiarto, Bambang Dr.Ir.. *Motor Pembakaran Dalam*. 2005, Depok.