

Performa Mesin Sepeda Motor Empat Langkah Berbahan Bakar Premium dan Pertamina

FX. Sukidjo

Program Dipoma Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM

E-mail : fx_sukidjo@yahoo.co.id.

Abstract

The Republic of Indonesian government proposes the owners of private vehicle in order to use Pertamina as fuel. Premium will be consumed specially for the public transportation. Therefore it is required research how the effect of fuel used to the engine performance.

This research has used a matic motor cycle engine as testing material. This vehicle is used because matic vehicle are large applied as private transportation. Data which are required as performance of the engine, involve power and torsion, rate of fuel consumption, temperature of cylinder head cover and emission of the exhausted gas.

Based on the analysis of the data, can be concluded that type of the fuel affects to the engine which consumed Pertamina are higher than engine which consumed premium. Rate of premium consumption is larger than rate of Pertamina consumption

Keywords : engine performance, oil fuel, emission.

1. Pendahuluan

Mesin motor bakar seyogyanya dioperasikan sesuai dengan spesifikasi yang direkomendasikan oleh perancangannya. Spesifikasi mesin antara lain meliputi angka kompresi, jenis bahan bakar, derajat pengapian, dan durasi katub. Bila angka kompresi telah ditentukan, nilai angka oktan bahan bakar tertentu pula. Premium mempunyai angka oktan lebih rendah dari pada Pertamina. Seiring dengan kebijakan pemerintah untuk pengalihan konsumsi premium menjadi Pertamina, perlu diteliti secara teknik bagaimana perubahan performa mesinnya.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan performa mesin sepeda motor 4 langkah apabila pemakaian bahan bakar premium diganti dengan Pertamina. Yang dimaksud performa mesin antara lain adalah laju konsumsi bahan bakar, emisi gas buang, torsi dan daya mesin.

Tinjauan Pustaka

Berdasarkan kemudahan atau kesulitan terjadi

pembakaran secara alami (*autoignition*), kualitas bahan bakar ditentukan oleh angka oktan atau oktan saja. Angka oktan bahan bakar diperoleh dengan cara membandingkan sifat pembakaran secara alami (*self-ignition characteristics*) suatu bahan bakar terhadap bahan bakar standar yang digunakan dalam mesin uji khusus pada kondisi operasi tertentu (Pulkrabek, 2004). Dua gugus senyawa hidrokarbon yang digunakan sebagai bahan bakar standar pada mesin uji khusus adalah iso oktan dan normal heptan. Iso oktan berkarakteristik lebih sukar terbakar secara alami sedangkan normal heptan mudah terbakar. Dua pengujian yang paling banyak digunakan yaitu *Research Method* dan *Motor Method*. Hasil dari *Research Method* adalah *research octane number (RON)* dan hasil uji dari *Motor Method* adalah *motor octane number (MON)* bahan bakar tersebut. Premium terdiri dari berbagai macam gugus senyawa hidrokarbon. Angka oktan premium adalah 88 dan angka oktan Pertamina adalah 92 (Direktorat Pemasaran dan Niaga Pertamina, 2007). Pada langkah kompresi tekanan dan suhu campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder mesin menaik. Pada suatu suhu campuran itu

terbakar dengan sendirinya (*self-ignition*) sebeum ada percikan api dari busi, sehingga dihasilkan panas dan tekanan. Apabila terjadi fluktuasi tekanan, kondisi ini disebut *knocking*. Pertamina mempunyai ketahanan lebih baik terhadap *knocking* dari pada premium. Apabila *knocking* terjadi jauh dari titik mati atas (TMA) maka akan dihasilkan gaya yang melawan terhadap gerak piston. Akibatnya adalah daya efektif mesin menurun.

Performa mesin dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ukuran mesin, angka kompresi, suhu dan tekanan udara di sekelilingnya, proses pembakaran dan kualitas bahan bakar (Ferguson, 1986).

Heywood (1988) menjelaskan bahwa hasil proses pembakaran bahan bakar adalah energi dan gas buang. Komposisi gas buang dipengaruhi oleh kualitas pembakaran. Emisi dalam gas buang berupa Nitrogen Oksida (NO_x), karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon tak terbakar (*unburned hydrocarbon*) atau HC. Gas NO_x terbentuk pada suhu tinggi, gas CO terbentuk karena proses pembakaran tidak sempurna dan HC terjadi apabila campuran bahan bakar dan udara terlalu kaya. Nilai batas emisi ditentukan antara lain berdasar Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006, tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor.

2. Fundamental

Motor uji yang digunakan adalah jenis motor bensin 4 langkah. Siklus 4 langkah tersebut adalah langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha dan langkah buang. Langkah penting dalam penelitian ini adalah langkah kompresi. Campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam silinder dimampatkan oleh gerakan piston dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). Secara ideal pada akhir langkah kompresi terjadi pembakaran campuran bahan bakar dan udara oleh percikan bunga api busi. Apabila berat bahan bakar yang terbakar adalah G_b (kg/detik), maka kalor hasil pembakaran, H_v (kkal/kg), maka kalor hasil pembakaran, Q (kkal/detik), dihitung berdasarkan persamaan (1).

$$Q = G_b \times H_v \text{ (kkal/detik)} \quad (1)$$

Pulkrabek (2004) menjelaskan bahwa tidak ada hubungan antara angka oktan dengan nilai panas pembakaran bahan bakar. Apabila kerugian kalor pada pendinginan Q_c , kerugian kalor karena radiasi Q_r , dan kalor hilang karena gesekan adalah Q_f , maka kalor berguna Q_e , dihitung berdasar persamaan (2).

$$Q_e = Q - Q_c - Q_r - Q_f \quad (2)$$

Q_e merupakan kalor efektif yang diubah menjadi daya keluaran (*output power*) mesin. Daya keluaran dipergunakan untuk menggerakkan motor. Angka kompresi (*compression ratio*, CR) merupakan salah satu faktor berpengaruh terhadap performa mesin (Ganesan, 2004). Mesin yang mempunyai CR tinggi butuh oktan tinggi. Bila γ adalah perbandingan panas jenis gas pada tekanan tetap dan pada volume tetap, efisiensi termal (η_{th}) mesin kalor ditunjukkan persamaan (3).

$$\eta_{th} = \left[1 - \frac{1}{CR^{\gamma-1}} \right] \times 100\% \quad (3)$$

Komposisi gas buang dipengaruhi oleh kecukupan udara pembakar, kualitas pencampuran bahan bakar dan udara, kualitas pembakaran dan sifat penguapan bahan bakar. Komponen gas buang dapat berupa gas CO_2 , CO, HC dan NO_x . Gas CO dan HC merupakan emisi gas buang yang membahayakan kesehatan manusia. Apabila gas buang tidak mengandung gas CO, hal ini menandakan bahwa jumlah udara pembakar cukup. Gas CO terjadi apabila jumlah udara pembakarnya kurang, sehingga tidak semua C terbakar sempurna. Apabila campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam silinder mesin terlalu kaya maka dihasilkan HC. Pembakaran sempurna akan menghasilkan konsentrasi CO_2 tinggi. Sebenarnya molekul nitrogen tidak terbakar, tetapi pada suhu tinggi akan terbentuk NO_x .

Hipotesis

Dari uraian dalam tinjauan pustaka dan landasan teori, dapat diperkirakan bahwa performa mesin berbeda. Performa mesin dengan bahan bakar Pertamina diperkirakan lebih baik dari pada mesin berbahan bakar premium. Seberapa perubahan performa mesin, perlu dibuktikan melalui penelitian.

3. Metodologi

Bahan Penelitian

Bahan utama penelitian ini adalah premium dan pertamax sebagai bahan bakar.

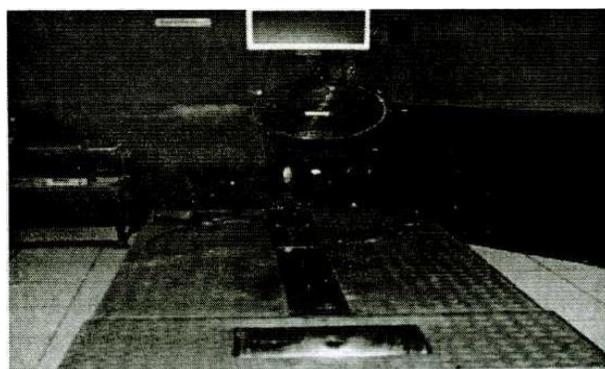
Alat

Alat-alat yang digunakan adalah :

- Satu unit sepeda motor matik. Spesifikasi mesin adalah jenis 4 langkah 1 silinder, volume silinder 124 cc, dan angka kompresi 9,6 : 1
- Satu buah *Solar Cell Tachometer DET-610*, untuk mengukur putaran mesin
- Satu buah *infrared Exhaust Gas Analyser*, untuk mengukur emisis gas buang, merk protech
- Satu buah *Infrared Termometer*, untuk mengukur suhu tutup kepala silinder mesin merk Matrow, dengan daya ukur dari $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $535\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Satu tabung gelas ukur kapasitas 50 cc, ketelitian 0,1 cc, untuk mengukur laju konsumsi bahan bakar
- Satu unit *dynamometer roller inertia*, merk Rextor, untuk mengukur torsi dan daya efektif mesin



Gambar 1. Alat uji penelitian



Gambar 2. Dinamometer inersia

Cara Penelitian

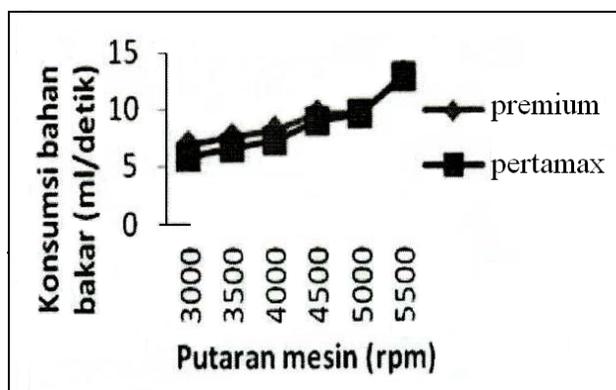
Penelitian pertama dilakukan terhadap unit motor bahan bakar premium. Mesin distart, kemudian secara bertahap putaran mesin dinaikkan dari 3000 rpm sampai 5500 rpm dengan kenaikan 500 rpm. Pengukuran yang dilakukan adalah terhadap emisi gas buang, suhu tutup kepala silinder, konsumsi bahan bakar dengan cara mengukur waktu (detik) yang diperlukan untuk pembakaran 10 cc bahan bakar, daya (HP) dan torsi mesin (N.m). Pada putaran-putaran tersebut dicatat data seperti pada putaran 3000 rpm. Penelitian ke dua dilakukan terhadap unit motor yang sama, tetapi berbahan bakar pertamax. Pengambilan data dilakukan sebanyak satu kali.

Analisis Hasil

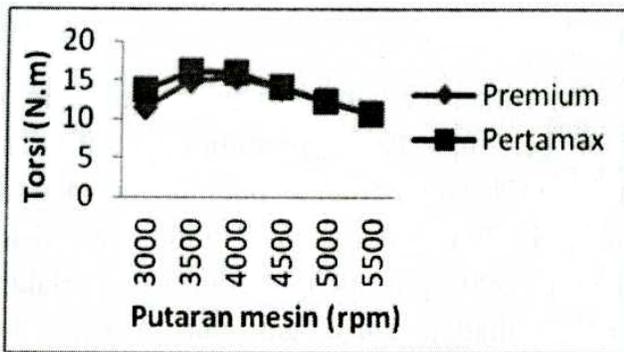
Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk grafik, kemudian dianalisis untuk melihat kecenderungan perubahan performa mesin bila mesin berbahan bakar premium diganti pertamax.

4. Hasil dan Pembahasan

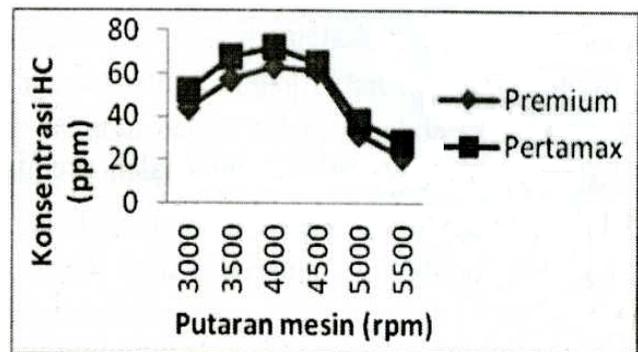
Hasil penelitian disajikan dalam bentuk Gambar 3 sampai 9 berikut. Gambar-gambar hasil penelitian ini digambarkan tentang hubungan antara putaran mesin dengan besaran-besaran performa mesin. Laju konsumsi bahan bakar dinyatakan dengan mililiter/detik, daya mesin (HP), torsi (N.m), suhu tutup kepala silinder mesin ($^{\circ}\text{C}$), konsentrasi CO dan CO₂ (% volume), dan HC (ppm, *parts per million*).



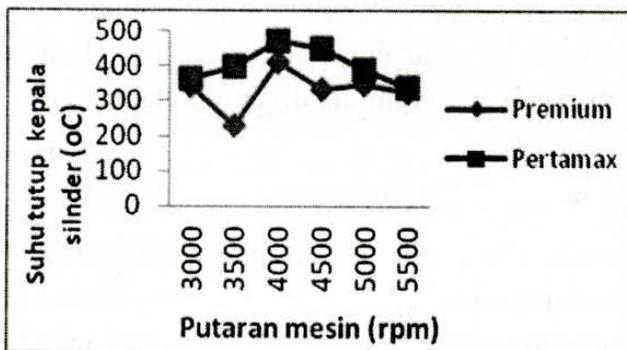
Gambar 3. Konsumsi Bahan Bakar



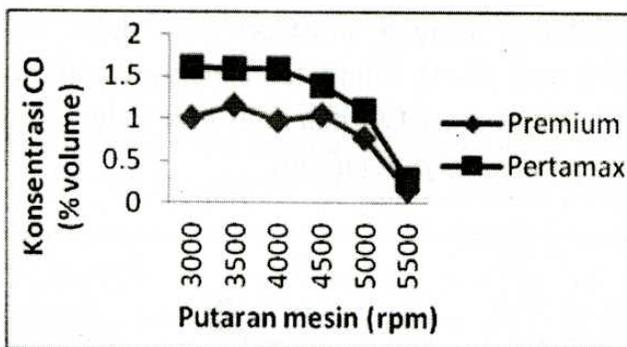
Gambar 5. Daya Mesin



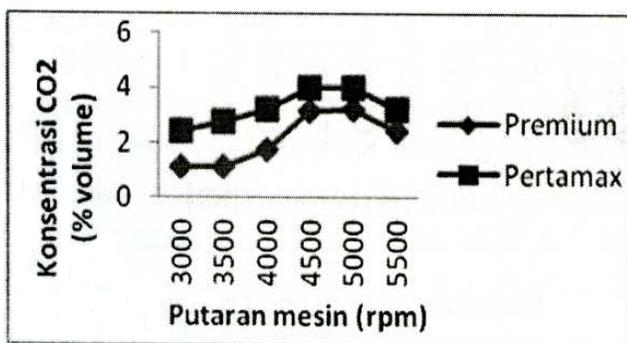
Gambar 9. Konsentrasi HC



Gambar 6. Suhu Tutup Kepala Silinder



Gambar 7. Konsentrasi CO



Gambar 8. Konsentrasi CO₂

Pembahasan

Laju konsumsi bahan bakar

Dari gambar 3 tampak bahwa laju konsumsi bahan bakar premium lebih banyak dibanding konsumsi pertamax. Nilai oktan pertamax lebih tinggi dari pada nilai oktan premium. Angka oktan premium 88, dan angka oktan pertamax adalah 92. Angka oktan yang lebih tinggi mengakibatkan bahan bakar akan terbakar secara alami (*autoignition*) lebih lambat dari pada bahan bakar berangka oktan lebih rendah. Akibatnya adalah pembakaran pertamax lebih sempurna. Konsumsi bahan bakar baik premium maupun pertamax menaik seiring kenaikan putaran mesin. Laju pertamax 0,28 mililiter/detik lebih sedikit dibanding laju konsumsi premium.

Daya keluaran mesin

Daya yang terukur oeh dinamometer adalah daya efektif. Daya keluaran mesin berbahan bakar pertamax ebih tinggi dari pada daya keluaran mesin berbahan bakar premium. Hal ini dapat terjadi karena angka oktan pertamax lebih tinggi, sehingga lebih sulit terjadi *knocking*. Pembakaran campuran bahan bakar – udara oleh percikan api listrik busi menghasilkan gas bertekanan tinggi. Jumlah panas yang dihasilkan oleh proses pembakaran tergantung pada laju konsumsi bahan bakar dan nilai panas bahan bakar. Dari gambar 5 tampak bahwa daya efektif mesin berbahan bakar pertamax lebih tinggi. Hal ini dapat terjadi karena pembakaran pertamax lebih sempurna. Semakin tinggi putaran mesin maka kecepatan piston semakin tinggi, sehingga terjadi arus turbulen campuran bahan bakar – udara

di dalam silinder (Wiranto, 2005). Arus turbulen ini dapat mempercepat rambatan nyala api, sehingga seluruh campuran bahan bakar – udara dinyalakan oleh nyala api dari busi. Daya keuaran mesin meningkat seiring dengan kenaikan putaran mesin, karena pembakarannya semakin sempurna.

Torsi mesin

Seperti pada daya mesin, tampak bahwa torsi mesin menaik seiring naiknya putaran mesin. Namun setelah putaran mesin mencapai sekitar 4200 rpm, torsi mesin menurun. Torsi mesin dihasilkan oleh gaya dorong yang diterima oleh piston ketika langkah tenaga. Gaya pada piston diteruskan ke lengan engkol (*crank*) melalui batang penghubung (*connection rod*). Akibat gaya pada ujung batang penghubung ini, maka pada poros engkol timbul momen puntir atau torsi. Torsi mesin berbahan bakar premium lebih rendah dibanding torsi mesin berbahan bakar Pertamina. Pada putaran di atas 4000 rpm, torsi mesin cenderung sama.

Suhu tutup kepala silinder

Hasil pembakaran bahan bakar di dalam silinder mesin adalah panas. Panas ini didistribusikan ke dinding silinder, ke kepala silinder dan terbawa bersama gas buang. Tempat yang suhunya paling tinggi adalah di sekitar lubang buang karena selalu bersinggungan dengan gas buang. Dari gambar 6 tampak bahwa suhu tutup kepala silinder dari mesin berbahan bakar Pertamina lebih tinggi. Hal ini terjadi karena proses pembakaran Pertamina lebih sempurna.

Komposisi gas buang

Gas hasil pembakaran terdiri dari karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), hidrokarbon tak terbakar (HC), oksigen (O₂) dan nitrogen oksida (NO_x). Kesempurnaan proses pembakaran dapat dinilai dari komposisi gas buang. Apabila proses pembakaran terjadi sempurna, maka konsentrasi CO₂ tinggi, CO dan HC rendah. Dari gambar 7, 8 dan 9, tampak bahwa konsentrasi CO, CO₂ dan HC gas buang dari mesin berbahan bakar

Pertamax ternyata lebih tinggi. Secara teoritis nilai CO₂ berbalik terhadap nilai CO dan HC. Semakin tinggi nilai CO₂ menandakan bahwa pembakarannya sempurna. Nilai CO yang tinggi menandakan bahwa terjadi kekurangan oksigen, dan nilai HC tinggi menandakan campuran bahan bakar dan udara terlalu kaya. Gas CO dan HC merupakan emisi yang harus diminimalkan.

Berdasar Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomer 05 Tahun 2006, tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama, ditetapkan bahwa untuk sepeda motor 4 langkah tahun pembuatan sebelum 2010, ambang batas CO adalah 5,5%, ambang batas HC adalah 2400. Nilai ambang batas tersebut diperoleh dengan pengukuran gas buang mesin pada keadaan stasioner (*idle*). Tingkat emisi menurun seiring dengan kenaikan putaran mesin. Nilai CO dan HC hasil penelitian ini lebih rendah dari nilai ambang batas yang ditentukan.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemakaian premium dan Pertamina berpengaruh terhadap performa mesin. Daya rata-rata mesin berbahan bakar Pertamina lebih tinggi 0,3 HP dari pada mesin berbahan bakar premium. Torsi rata-rata mesin berbahan bakar Pertamina lebih tinggi 0,72 N.m.
2. Suhu tutup kepala silinder mesin berbahan bakar Pertamina 71,3 °C lebih tinggi.
3. Bila dilihat dari segi emisi, mesin berbahan bakar premium emisinya lebih rendah.

Ucapan terima kasih

Pada kesempatan ini kami ucapkan terima kasih kepada Prof.Dr.Ir. Fatchan Nurrochmad, M.Agr., Plt. Direktur Sekolah Vokasi atas kesempatan yang telah diberikan, Saudara Isworo Djati atas bantuan teknis penelitian dan Mototech atas bantuan pengukuran daya dan torsi mesin.

Daftar Pustaka

- Ferguson R.F., 1986, *Internal Combustion Engine : Applied Thermodynamics*, John Wiley & Sons, New York.
- Ganesan V., 2004, *Internal Combustion Engine*, 2nd ed. Tata McGraw-Hill, New Delhi.
- Heywood JB., 1988, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill Book, New York.
- Pulkrabek W.W., 2004, *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*, 2nd ed. Pearson Prentice-Hall, London.
- Wiranto A., 2005, *Motor Bakar Torak*, ITB, Bandung.
- , 2007, Lembar Data Keselamatan Bahan, Direktorat Pemasaran dan Niaga Pertamina.
- , 2006, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05, tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama.