

Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar dengan Angka Oktan yang Berbeda terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Mesin

Muhammad Hasan Albana

Batam Polytechnics

Mechanical Engineering study Program

Jln. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail: hasan@polibatam.ac.id

Abstrak

Bahan bakar bensin yang digunakan untuk *spark ignition engine* (SIE) dibedakan kualitasnya berdasarkan angka oktan yang dimiliki. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh penggunaan bahan bakar dengan angka oktan yang berbeda yaitu bahan bakar bensin dengan RON (*research octane number*) 88 dan bahan bakar bensin dengan RON 95 terhadap torsi, daya, tekanan efektif rata-rata serta emisi gas buang hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO). Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan mesin uji empat langkah satu silinder. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa torsi, daya dan tekanan efektif rata-rata yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar bensin dengan RON 95 lebih tinggi 1,7%, 1,4% dan 1,8% dibandingkan ketika menggunakan bahan bakar bensin dengan RON 88. Penggunaan bahan bakar bensin dengan RON 95 juga menghasilkan emisi gas buang CO yang lebih rendah 68,5% dibandingkan ketika menggunakan bahan bakar bensin dengan RON 88. Akan tetapi emisi HC yang dihasilkan lebih tinggi 35,9%.

Kata kunci: Angka Oktan, Daya, Emisi Gas Buang, Tekanan efektif rata-rata, Torsi

Abstract

Gasoline as a fuels of spark ignition engine (SIE) differentiated by the octane number. This study aims to look at the effect of use of fuels with different octane number to torque, power, brake mean effective pressure, hydrocarbons (HC) emissions and carbonmonoxide (CO) emissions. Gasoline fuels uses in this study is octane 88 and octane 95. The study conducted experimentally with engine test single cylinder. The results showed that the torque, power and brake mean effective pressure from use octane 95 is higher than octane 88 by 1,7%, 1,4% and 1,8% respectively. Carbonmonoxide (CO) emission from use octane 95 is lower than octane 88 by 68,5% but on other side hydrocarbons (HC) emission for octane 95 is higher than octane 88 by 35,9%.

Keywords: Break Mean Effective Pressure, Exhaust Gas Emission, Octane Number, Power, Torque

1 Pendahuluan

Peranan moda transportasi dalam kemajuan sebuah bangsa sangatlah penting apalagi untuk negara dengan kondisi geografis yang demikian luas seperti Indonesia. Moda transportasi seperti mobil, truk, sepeda motor dan kapal menggunakan mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) sebagai penggeraknya baik dari jenis *spark ignition engine* (SIE) maupun dari jenis *compression ignition engine* (CIE). Salah satu perbedaan utama dari SIE dan CIE adalah dari jenis bahan bakar yang digunakan dimana SIE menggunakan bahan bakar bensin (*gasoline*) sedangkan CIE menggunakan bahan bakar solar (*diesel oil*).

Bensin (*gasoline*) sebagai bahan bakar utama untuk SIE merupakan campuran dari berbagai jenis hidrokarbon serta diproses dari minyak bumi sehingga memiliki karakteristik yang berbeda tergantung dari komponen hidrokarbon yang ditambahkan ke dalam bensin [1]. Secara umum komponen hidrokarbon yang ditambahkan ke dalam bensin antara lain *paraffin*, *oleffins*, *diolfins*, *acetylene*, *aromatics* dan *alcohol* [2].

Ada beberapa hal yang dilakukan dalam membedakan karakteristik dari bahan bakar bensin. Karakteristik yang pertama adalah *self ignition* dari bahan bakar bensin tersebut. Jika temperatur dari campuran bahan bakar bensin dan udara naik cukup tinggi maka

campuran dari bensin dan udara tersebut akan terbakar dengan sendirinya (*self ignite*) tanpa membutuhkan percikan bunga api dari busi. Temperatur ini dinamakan *self ignition temperature* (SIT). Ini adalah prinsip dasar dari motor diesel atau CIE. Rasio kompresi yang cukup tinggi menyebabkan temperatur naik di atas SIT selama langkah kompresi. *Self ignition* kemudian terjadi ketika bahan bakar diinjeksikan ke dalam ruang pembakaran. Sebaliknya *self ignition* tidak diinginkan pada SIE dimana busi digunakan untuk membakar campuran bahan bakar dan udara pada waktu yang tepat dalam siklus. Ketika *self ignition* terjadi pada SIE melebihi batas yang diinginkan maka akan timbul tekanan atau sering dikenal dengan istilah ketukan (*knock*) atau ping. Ketukan (*knock*) yang tinggi bisa menyebabkan kerusakan bagi mesin.

Karakteristik kedua yang biasa digunakan untuk membedakan kualitas bahan bakar bensin adalah angka oktan (*octane number*). Pertamina sebagai pengelola utama minyak bumi di Indonesia mengklasifikasikan bahan bakar bensin yang didistribusikan secara umum di seluruh wilayah Republik Indonesia menjadi tiga jenis yaitu premium, pertamax dan pertamax plus. Premium memiliki nilai *research octane number* (RON) 88, pertamax memiliki nilai RON 92 dan pertamax plus memiliki nilai RON 95. Disebabkan faktor ekonomi dalam distribusi, jenis bahan bakar bensin yang beredar di kota Batam Provinsi Kepulauan Riau hanya dua jenis yaitu premium dan pertamax plus. Karakteristik dari premium dan pertamax plus diperlihatkan pada Tabel 1.

TABEL 1. KARAKTERISTIK PREMIUM DAN PERTAMAX PLUS

Properties	Premium	Pertamax Plus
Research octane number (RON)	88	95
Density (kg/m ³ at 15 °C)	780	770
Distillation		
10% boiling point	74 °C	70 °C
50% boiling point	125 °C	110 °C
90% boiling point	180 °C	180 °C
End boiling point	215 °C	205 °C

Sayin, et al [3] melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan bahan bakar bensin dengan angka oktan yang lebih tinggi dibandingkan kebutuhan mesin dan hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar dengan oktan yang lebih tinggi dari kebutuhan mesin menyebabkan performa mesin berkurang dan emisi gas buang meningkat. Penelitian yang dilakukan oleh

Alahmer, et al [4] juga memperlihatkan bahwa menggunakan bahan bakar bensin dengan angka oktan yang lebih tinggi dibandingkan kebutuhan akan menurunkan performa mesin. Apabila dikaitkan dengan persepsi di masyarakat pada saat sekarang ini bahwa penggunaan pertamax plus akan menghasilkan tenaga yang lebih tinggi dibandingkan ketika menggunakan premium. Namun, persepsi baru sebatas persepsi dalam artian belum terbukti secara ilmiah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan bakar bensin dengan angka oktan yang berbeda (premium dan pertamax plus) terhadap performa mesin dan emisi gas buang.

2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *laboratory experimental test* yaitu metode penelitian secara eksperimen dengan memakai sarana laboratorium. Motor bensin (*Gasoline engine*) yang digunakan pada penelitian memiliki spesifikasi sebagaimana terlihat pada Tabel 2 dan gambar mesin uji diperlihatkan pada Gambar 1.

TABEL 2. SPESIFIKASI MESIN UJI

Merk	Kohler
Model	CS 10
Engine type	Air-cooled, four stroke
Bore	78 mm
Stroke	63 mm
displacement	301 cm ³
Compression ratio	8,1/1
Maximum power	7,45 kW (at 3600 rpm)
Maximum torque	21,6 N.m (at 2400 rpm)
Weight	31,9 kg
Oil capacity	1,1 L



Gambar 1: Mesin Uji

Untuk mengukur kadar emisi gas buang yang dihasilkan oleh mesin, digunakan *exhaust gas analyzer*. Spe-

sifikasi dari *exhaust gas analyzer* diperlihatkan pada Tabel 3.

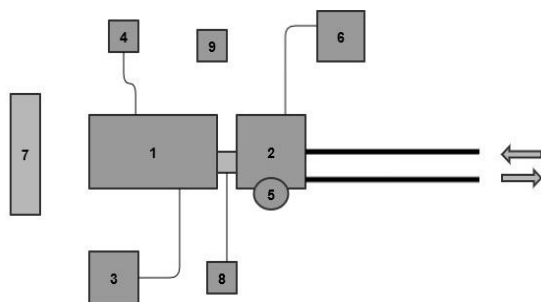
TABEL 3. SPESIFIKASI MESIN UJI

Merk	Nanhua
Model	NHA-406
Measurement Range	
HC	0 ppm – 10.000 ppm
CO	0 % - 10 %
CO ₂	0 % - 20 %
O ₂	0 % - 25 %
RPM	300 rpm – 8000 rpm



Gambar 2: Exhaust Gas Analyzer

Untuk mengukur torsi yang dihasilkan, digunakan *water break dynamometer*. Untuk mencegah terjadinya *over heating* pada mesin maka selama pengujian udara bertekanan diberikan pada mesin uji dengan menggunakan sebuah *blower*. Skema penelitian diperlihatkan pada Gambar 3. Selama melakukan pengujian, temperatur dan kelembaban ruangan tempat dilakukan pengujian juga diukur dengan menggunakan *digital thermo-hygrometer* sebagaimana terlihat pada Gambar 4. Temperatur mesin diukur dengan menggunakan *digital thermometer* sebagaimana terlihat pada Gambar 5.



Gambar 3: Skema Penelitian (1) mesin uji (2) *water break dynamometer* (3) *exhaust gas analyzer* (4) *digital thermometer* (5) pengatur tekanan air pada *dynamometer* (6) *torque meter* (7) *blower*



Gambar 4: Digital Thermo-Hygrometer

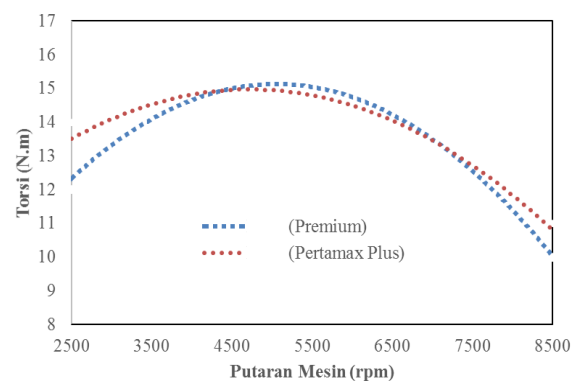


Gambar 5: Digital Thermometer

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Torsi

Pengaruh penggunaan bahan bakar premium dengan *research octane number* (RON) 88 dan *pertamax plus* dengan RON 95 pada penelitian ini terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6: Pengaruh Penggunaan Premium (RON 88) dan Pertamina Plus (RON 95) terhadap Torsi Mesin

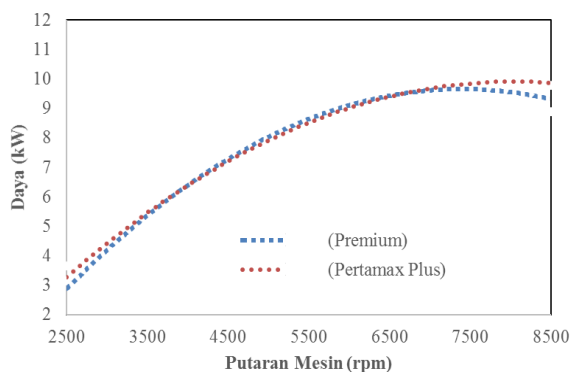
Sebagaimana terlihat pada Gambar 6, pada kecepatan 2500 rpm hingga sekitar 5000 rpm, torsi yang dihasilkan bertambah dengan bertambahnya kecepatan mesin. Ketika kecepatan mesin meningkat lebih lanjut maka torsi mencapai titik maksimum dan kemudian torsi yang dihasilkan berkurang seiring dengan

bertambahnya kecepatan mesin. Torsi yang dihasilkan berkurang ketika kecepatan mesin terus meningkat disebabkan karena mesin tidak mampu untuk mengakomodasi muatan penuh dari udara pada kecepatan yang lebih tinggi [5].

Terlihat pada Gambar 6 bahwa perbedaan nilai torsi yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar dengan RON 88 (premium) dibandingkan dengan nilai torsi yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar yang memiliki RON 95 (pertamax plus) tidak terlalu signifikan. Pada rentang 2500 rpm hingga 4000 rpm torsi yang dihasilkan dari penggunaan pertamax plus lebih tinggi dibandingkan premium. Pada rentang 4000 sampai 6500 rpm nilai torsi yang dihasilkan dari penggunaan premium lebih tinggi dibandingkan pertamax plus. Pada putaran mesin di atas 6500 rpm nilai torsi yang dihasilkan dari penggunaan pertamax plus kembali lebih tinggi dibandingkan penggunaan premium. Torsi yang dihasilkan dari penggunaan pertamax plus sekitar 1,7% lebih tinggi dibandingkan dengan torsi yang dihasilkan premium.

3.2 Daya Mesin

Pada Gambar 7 terlihat bahwa daya yang dihasilkan bertambah seiring dengan bertambahnya kecepatan mesin. Daya mencapai maksimum (pada kecepatan 7000 rpm) dan kemudian berkurang pada kecepatan yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena kerugian gesek (*friction loss*) meningkat dengan bertambahnya kecepatan dan menjadi faktor dominan pada kecepatan yang sangat tinggi [5].



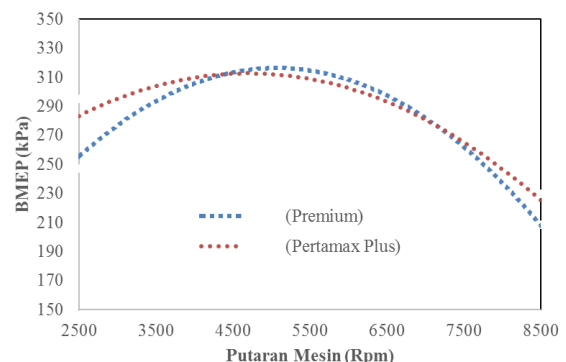
Gambar 7: Pengaruh Penggunaan Premium (RON 88) dan Pertamax Plus (RON 95) terhadap Daya Mesin

Terlihat pada Gambar 7 bahwa perbedaan daya yang dihasilkan dari penggunaan premium (RON 88) dibandingkan dengan daya yang dihasilkan dari penggunaan pertamax plus (RON 95) juga tidak terlalu signifikan. Daya yang dihasilkan dari penggunaan pertamax plus sedikit lebih tinggi dibandingkan daya yang dihasilkan penggunaan bahan bakar premium pada putaran rendah dan tinggi. Sedangkan pada putaran menengah (4000 rpm hingga 6000 rpm) daya yang dihasilkan dari penggunaan premium sedikit lebih tinggi dibandingkan daya yang dihasilkan dari penggunaan pertamax plus.

Secara umum daya yang dihasilkan dari penggunaan pertamax plus sekitar 1,4% lebih tinggi dibandingkan daya yang dihasilkan dari penggunaan premium.

3.3 Tekanan efektif rata-rata

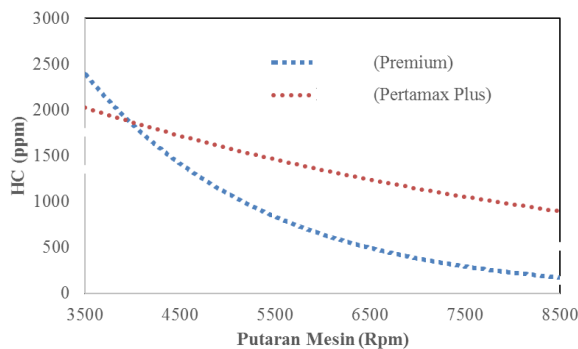
Tekanan efektif rata-rata atau *brake mean effective pressure* (BMEP) dari penggunaan bahan bakar dengan angka oktan yang berbeda (RON 88 dan RON 95) diperlihatkan pada Gambar 8. Grafik BMEP dalam fungsi kecepatan mesin mempunyai kecenderungan yang sama dengan grafik torsi yaitu pada kecepatan 2500 rpm sampai 5000 rpm nilai BMEP naik seiring bertambahnya kecepatan mesin kemudian mencapai titik puncak pada kecepatan mesin 4000 rpm hingga 5000 rpm. Apabila kecepatan mesin meningkat lebih lanjut maka nilai BMEP yang dihasilkan berkurang seiring dengan bertambahnya kecepatan mesin disebabkan karena mesin tidak mampu untuk mengakomodasi muatan penuh dari udara pada kecepatan yang lebih tinggi. BMEP sebenarnya merupakan parameter yang ideal untuk membandingkan satu mesin dengan mesin yang lain karena apabila torsi yang dijadikan acuan untuk perbandingan maka mesin dengan ukuran yang lebih besar akan selalu terlihat lebih baik. Sementara apabila *power* atau daya yang dijadikan acuan perbandingan maka variabel kecepatan akan sangat berpengaruh [5].



Gambar 8: Pengaruh Penggunaan Premium (RON 88) dan Pertamax Plus (RON 95) terhadap Tekanan Efektif rata-rata (BMEP).

Gambar 8 memperlihatkan bahwa BMEP yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar pertamax plus (RON 95) lebih tinggi dibandingkan dengan BMEP yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar premium (RON 88). Tanpa adanya modifikasi pada mesin, tekanan efektif rata-rata (BMEP) yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar RON 95 lebih tinggi 1,84% dibandingkan penggunaan bahan bakar dengan RON 88.

3.4 Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC)



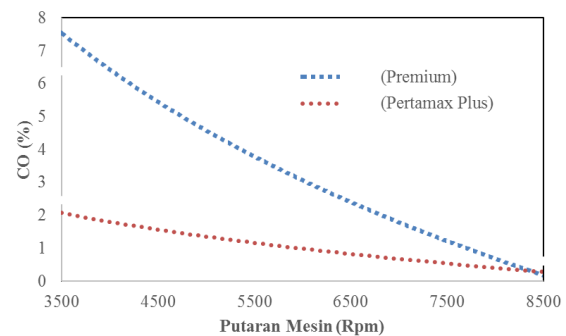
Gambar 9: Pengaruh Penggunaan Premium (RON 88) dan Pertamina Plus (RON 95) terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC)

Emisi gas buang hidrokarbon (HC) yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar dengan RON 88 dan bahan bakar dengan RON 95 terlihat pada Gambar 9. Tanpa adanya modifikasi pada mesin, emisi gas buang HC yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar dengan Ron 95 (pertamax plus) pada putaran rendah (di bawah 4000 rpm) lebih rendah dibandingkan emisi gas buang HC yang dihasilkan oleh bahan bakar dengan RON 88 (premium). Sedangkan untuk putaran yang lebih tinggi (sekitar 4000 rpm hingga 8500 rpm) emisi gas buang HC yang dihasilkan oleh premium ternyata lebih rendah dibandingkan emisi HC yang dihasilkan dari penggunaan pertamax plus. Tingginya emisi gas buang HC pada putaran rendah disebabkan karena pembakaran tidak berada pada kondisi stoikiometri (campuran kaya), sehingga tidak cukup oksigen dalam proses pembakaran sempurna. Ketika kecepatan mesin bertambah maka campuran bahan bakar dan udara cenderung menjadi miskin, kebutuhan oksigen terpenuhi, sehingga emisi HC berkurang. Emisi gas buang HC ketika menggunakan bahan bakar pertamax plus ternyata lebih tinggi 35,9% dibandingkan ketika menggunakan bahan bakar premium.

3.5 Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO)

Emisi gas buang karbon monoksida (CO) yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar dengan RON 95 (pertamax plus) memperlihatkan nilai yang lebih rendah dibandingkan ketika menggunakan bahan bakar dengan RON 88 (premium) sebagaimana terlihat pada Gambar 10. Semakin tinggi kecepatan mesin maka semakin rendah emisi gas buang CO yang dihasilkan. Bertambahnya kecepatan mungkin menambah efisiensi volumetrik dan mendorong terjadinya turbulensi di dalam ruang bakar sehingga pembakaran menjadi lebih baik.

Pada penelitian ini terlihat bahwa emisi gas buang CO yang dihasilkan ketika menggunakan bahan bakar dengan RON 95 (pertamax plus) jauh lebih rendah dibandingkan ketika menggunakan bahan bakar dengan RON 88 (premium) yaitu secara kumulatif 68,5% lebih rendah.



Gambar 10: Pengaruh Penggunaan Premium (RON 88) dan Pertamina Plus (RON 95) terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO)

4 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan antara lain torsi, daya (*power*) dan tekanan efektif rata-rata (BMEP) yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar dengan angka oktan (RON) 95 lebih tinggi dibandingkan ketika menggunakan bahan bakar dengan RON 88. Torsi, daya dan tekanan efektif rata-rata (BMEP) dari penggunaan RON 95 sekitar 1,7%, 1,4% dan 1,8% lebih tinggi dibandingkan ketika menggunakan bahan bakar dengan RON 88. Untuk emisi gas buang karbon monoksida (CO), penggunaan bahan bakar dengan angka oktan 95 pada penelitian ini juga menghasilkan nilai yang jauh lebih rendah (68,5%) dibandingkan ketika menggunakan bahan bakar dengan angka oktan 88. Sedangkan untuk emisi gas buang hidrokarbon (HC) ternyata penggunaan bahan bakar dengan angka oktan 95 menghasilkan emisi gas buang HC yang lebih tinggi sekitar 35,9%.

Daftar Pustaka

- [1] Arismunandar, Wiranto, *Motor Bakar Torak*, Penerbit ITB, Bandung, 1994.
- [2] Kawano, D. Sungkono, *Motor Bakar Torak Bensin*, ITS Press, Surabaya, 2011.
- [3] Sayen, Chenk & Kiliscalan, Ibrahim, *An Experimental Study of the Effect of Octane Number Higher than Engine Requirement on the Engine Performance and Emissions*, Applied Thermal Engineering, Vol. 25, hal. 1315-1324, 2005.
- [4] Alahmer, Ali & Aladayleh, Wail, *Effect two grades of octane numbers on the performance, exhaust and acoustic emissions of spark ignition engine*, Fuel, Vol. 180, hal. 80-89, 2016.
- [5] Pulkrabek, Willard W, *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*, Prentice Hall, New Jersey, 1997.