

## Kondisi Busi Sepeda Motor Empat Langkah Menggunakan Bahan Bakar dengan Angka Oktan Lebih Rendah dari Lebih Rendah dari Yang Direkomendasikan

Ainul Ghurri<sup>1,\*</sup>, Ketut Astawa<sup>2</sup> dan Ketut Budiarta<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana, Indonesia

<sup>2</sup>AMH Cokroaminoto, Denpasar, Indonesia

\*a\_ghurri@unud.ac.id

### Abstrak

Sepeda motor yang beredar saat ini sebagian besar telah memiliki rasio kompresi yang lebih tinggi dibanding produk tahun-tahun sebelumnya. Rasio kompresi yang lebih tinggi membutuhkan bahan bakar dengan angka Oktan yang lebih tinggi juga. Pengguna sepeda motor cenderung memilih bahan bakar dengan angka Oktan yang rendah dikarenakan ketidaktahuan tentang hal itu dan karena harga yang murah. Penelitian ini mengamati kondisi busi sepeda motor empat langkah menggunakan bahan bakar Premium (Oktan 88) dan Pertamax (Oktan 92) setelah digunakan sejauh 4000 km. Mesin yang digunakan memiliki standar bahan bakar yang direkomendasikan pabrikan berupa bahan bakar Pertamax (angka Oktan 92). Hasil pengujian menunjukkan busi yang menggunakan bahan bakar Premium mengalami penurunan kondisi atau kerusakan yang lebih signifikan dibanding yang berbahan bakar Pertamax, yang oleh adanya deposit pembakaran yang lebih banyak, warna yang lebih gelap dan pengelupasan pada permukaan elektroda busi. Hal ini diduga menjadi penyebab penurunan daya yang dihasilkan oleh mesin berbahan bakar Premium dibandingkan mesin berbahan bakar Pertamax.

**Kata kunci :** Premium, Pertamax, Oktan, Busi

### Pendahuluan

Dalam pengembangan mesin pembakaran dalam, faktor terpenting untuk meningkatkan efisiensi termal adalah meningkatkan rasio kompresi mesinya. Semakin tinggi rasio kompresi suatu mesin, maka semakin tinggi pula efisiensi termalnya. Namun demikian, ada batasan nilai rasio kompresi yang bisa diaplikasikan pada suatu mesin, yaitu karakteristik bahan bakarnya. Pada mesin bensin, peningkatan rasio kompresi ini dibatasi oleh angka oktan bahan bakarnya. Rasio kompresi yang tinggi membutuhkan bahan bakar dengan angka oktan yang tinggi. Rasio kompresi yang tinggi menghasilkan temperatur ruang bakar yang tinggi, dan jika diaplikasikan pada bahan bakar dengan angka oktan yang rendah bisa menimbulkan penyalaman awal (*autoignition*), yaitu bahan bakar mengalami pembakaran sendiri sebelum busi mengeluarkan api atau sebelum pembakaran normal selesai. Hal ini

selanjutnya akan mengakibatkan detonasi. Jika bahan bakar memiliki angka oktan yang lebih tinggi maka akan lebih mampu menahan kompresi tinggi tanpa mengalami penyalaman sendiri. Jadi ada kesesuaian langsung antara rasio kompresi dengan jenis bahan bakar yang digunakan.

Untuk meningkatkan efisiensi termal mesin, sepeda motor yang beredar saat ini sebagian besar telah memiliki rasio kompresi yang lebih tinggi dibanding produk tahun-tahun sebelumnya. Sebagai konsekuensinya mesin sepeda motor ini membutuhkan bahan bakar dengan angka oktan yang lebih tinggi juga. Hal inilah yang sering kurang disadari oleh masyarakat pengguna kendaraan, dalam hal ini sepeda motor. Sebaliknya, produsen kendaraan juga kurang tegas merekomendasikan jenis bahan bakar yang cocok untuk produknya. Sebagai contoh, ada sebuah produk yang dengan jelas menuliskan bahwa mesin kendaraannya menggunakan “bahan bakar tanpa timbal”, namun sebagian

besar masyarakat tidak tahu bahwa spesifikasi bahan bakar tanpa timbal itu mengarah pada bahan bakar dengan angka Oktan 92 (Pertamax), karena sebagian besar masyarakat menganggap bahwa umumnya sepeda motor cukup menggunakan bahan bakar dengan angka oktan terendah yang tersedia di pasaran. Pemilihan bahan bakar yang salah ini, selanjutnya berdampak pada menurunnya performansi mesin sepeda motor, emisi gas buang yang lebih tinggi dari yang seharusnya dan berdampak pula pada umur dan kinerja busi. Hal ini dikarenakan fenomena *auto-ignition*, yaitu terjadinya penyalaan sendiri di bagian tertentu ruang bakar yang menghasilkan ledakan pembakaran yang berlawanan arah dengan pembakaran yang diinisiasi oleh busi. Dampak dari *auto-ignition* tersebut adalah daya yang menurun dan menurunnya umur *part-part* yang ada di dalam ruang bakar misalnya busi dan piston. Kasus kerusakan busi pernah terjadi pada mesin yang seharusnya menggunakan “bahan bakar tanpa timbal” yang telah disebutkan sebelumnya. Dalam kasus tersebut, terjadi kerusakan busi dengan jumlah kejadian yang besar. Kerusakan busi terjadi pada *mileage* 2000 – 4000 km, jauh di bawah umur busi yang seharusnya yaitu 8000 km. Salah satu hal yang paling potensial diduga sebagai penyebab kejadian tersebut adalah pemilihan jenis bahan bakar yang kualitasnya di bawah yang direkomendasikan.

Penelitian terkait *spark plug* (busi) antara lain dilakukan oleh Ahmed [1], yang menguji beberapa jenis busi dengan jumlah elektroda ground yang berbeda dan dampaknya terhadap stabilitas pembakaran dalam mesin. Hasilnya menunjukkan bahwa busi tanpa elektroda bekerja paling baik karena pengapian dan awal penyalaan terjadi tanpa ada penghalang (elektroda *ground*). Ortiz et.al [2] meneliti kegagalan busi dikarenakan adanya medan magnet dan kualitas bahan bakar (termasuk adanya aditif bahan bakar). Medan magnet yang tinggi pada busi berasfisiensi tinggi justru mengakibatkan deposit yang sangat banyak pada isolator busi, dan terjadi lebih parah bahan bakar yang mengandung aditif *anti-knocking* [2]. Lin et.al meneliti karakter erosi dan kegagalan busi yang digunakan pada mesin berbahan bakar *natural gas* (LNG) [3],

dan menyimpulkan bahwa deposit dari berbagai unsur yang terkandung dalam bahan bakar, kemudian yang menempel pada elektroda busi merupakan penyebab kegagalan busi (*spark plug failure*) [3].

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengamati kondisi busi pada mesin sepeda motor bensin empat langkah menggunakan bahan bakar Premium dengan angka Oktan 88 dan Pertamax dengan angka Oktan 92 setelah kendaraan tersebut digunakan sejauh 4000 km, untuk mengetahui dampak penggunaan bahan bakar khususnya yang memiliki Oktan lebih rendah dari yang direkomendasikan pabrikan.

## Pelaksanaan Penelitian

Pengujian dalam penelitian ini menggunakan sepeda motor bensin empat langkah yang digunakan on the road dengan kondisi jalan dan transportasi yang riil dan bervariasi, menggunakan bahan bakar Premium 88 dan Pertamax 92. Pemeriksaan kondisi busi secara visual dilakukan sesaat setelah penggunaan busi baru (< 10 km), dan selanjutnya diperiksa ulang pada 1000, 2000, 3000 dan 4000 km. Foto busi dari tiap pengambilan data menggunakan Premium dan Pertamax akan dibandingkan untuk mengetahui dampak pemilihan bahan bakarnya. Pengamatan visual akan dikaitkan dengan data torsi dan daya mesin setelah digunakan sejauh 4000 km.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

### a. Sepeda motor

Mesin uji yang digunakan adalah satu unit sepeda motor bakar empat langkah satu silinder dengan kondisi standar pabrikan, dengan spesifikasi sebagai berikut:

Jenis : Sepeda motor, merk Honda

Tahun perakitan : 2013

Jenis pendingin : Cairan

Jumlah silinder : 1 (satu)

Putaran Stasioner : 1700 rpm

Diameter dan Langkah: 52,4 x 57,9 mm

Volume Langkah : 124,8 cm<sup>3</sup>

Rasio kompresi : 11 : 1

Waktu Pengapian : 12° sebelum TMA

### b. Bahan bakar: Premium Oktan 88 dan Pertamax Oktan 92

- c. Busi merk NGK tipe CPR9EA yang tergolong dalam busi dingin.
- d. Peralatan pendukung, antara lain *chassis dynamometer*, *tool kit*, *tachometer*, tabung pengukur bahan bakar, *stopwatch*.



a. Busi Pertamax      b. Busi Premium  
Gambar 3. Busi setelah digunakan 2000 km

## Hasil dan Pembahasan

Gambar 1 s/d Gambar 5 menunjukkan hasil pengamatan visual busi dari mesin menggunakan bahan bakar Pertamax (a) dan Premium (b).



a. Busi Pertamax      b. Busi Premium  
Gambar 1. Busi baru sesaat setelah digunakan

Secara umum menampakkan kondisi operasi mesin yang normal, meskipun yang menggunakan Premium sudah menunjukkan adanya deposit tipis dan pengelupasan pada permukaan elektroda businya. Pengelupasan ini bisa mengganggu penyalakan busi dan mengakibatkan kondisi pembakaran yang kurang baik (*mis-firing*) sehingga daya maksimum tidak bisa dicapai.



a. Busi Pertamax      b. Busi Premium  
Gambar 2. Busi setelah digunakan 1000 km

Deposit pembakaran tipis yang disertai pengelupasan permukaan elektroda nampak pada busi yang menggunakan Premium sebagaimana telah terjadi pada pengamatan awal. Pada bagian insulator elektroda tengahnya tampak mulai ada perubahan warna menjadi kecoklatan.



a. Busi Pertamax      b. Busi Premium  
Gambar 4. Busi setelah digunakan 3000 km

Secara umum perubahan kondisi busi untuk 3000 km masih menunjukkan kelanjutan dari 2000 km dimana deposit dan perubahan warna isolator lebih jelas terlihat pada busi menggunakan Premium. Busi menggunakan Pertamax juga mulai terpapar deposit pembakaran. Adanya deposit pembakaran ini sebenarnya merupakan kondisi yang masih normal asalkan deposit tersebut masih bisa ‘dibersihkan’ oleh pengapian dan oleh tekanan pembakaran. Kondisi yang dihindari adalah adanya deposit yang menumpuk, kemudian meleleh pada elektroda atau isolatornya.



a. Busi Pertamax      b. Busi Premium  
Gambar 5. Busi setelah digunakan 4000 km

Kondisi busi setelah 4000 km mengalami perubahan cukup signifikan, dimana deposit pembakaran terlihat meliputi seluruh bagian

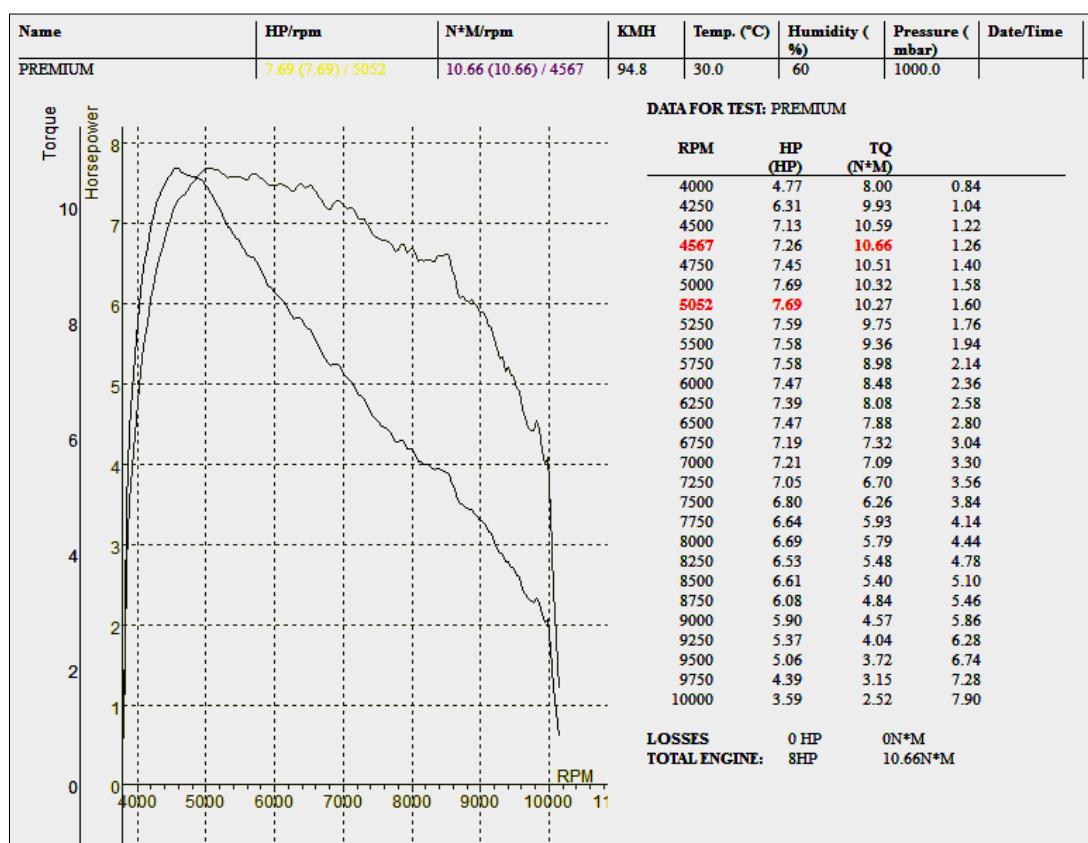
busi. Elektroda bagian tengah kedua busi terlihat mulai mengalami keausan. Warna isolator busi mesin berbahan bakar Pertamax berwarna kecoklatan, sedangkan busi dari mesin berbahan bakar Premium berwarna coklat tua atau kehitaman. Dari kondisi terakhir pengamatan (4000 km), bisa dikatakan busi masih bekerja dengan kondisi yang cukup baik mengingat tidak terjadi deposit yang berlebihan, tidak ada isolator yang pecah maupun elektroda yang meleleh, namun dari pengamatan visual dapat diduga bahwa kondisi busi yang semakin memburuk terjadi lebih cepat pada busi menggunakan bahan bakar Premium.

Secara teori, pembakaran menggunakan bahan bakar dengan Oktan lebih rendah dari yang dibutuhkan bisa menyebabkan terjadinya salah satu *auto ignition* atau *pre ignition*. *Auto ignition* adalah kejadian dimana setelah pembakaran dimulai oleh busi, ada sebagian campuran udara dan bahan bakar yang menerima tekanan dan temperatur tinggi di bagian hilir pembakaran, dan dikarenakan resistensinya yang rendah (Oktan rendah) terhadap temperatur dan tekanan, campuran udara dan bahan bakar tersebut terbakar sendiri, menghasilkan tekanan pembakaran yang berlawanan arah dari pembakaran yang diinisiasi oleh busi. Kondisi seperti ini mengakibatkan daya yang berkurang dan ledakan pembakaran yang tidak

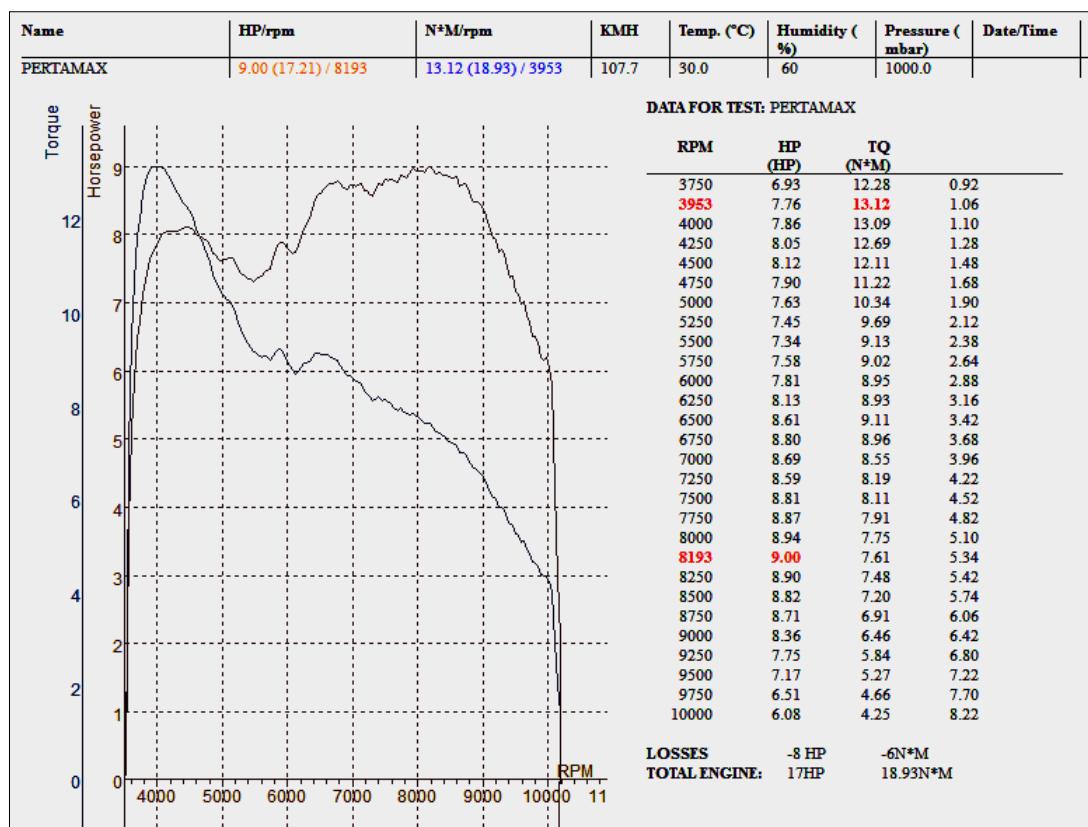
menguntungkan di ruang bakar karena busi terkena ledakan tersebut. Kondisi inilah yang menyebabkan busi mesin berbahan Premium mengalami gejala kerusakan lebih cepat dibanding busi dari mesin berbahan bakar Pertamax. Kemungkinan kedua, *pre-ignition* adalah kejadian dimana bahan bakar menyala sendiri sebelum busi memulai pembakaran dikarenakan lemahnya resistensi bahan bakar untuk menghindari *self ignition* saat menghadapi kompresi mesin. Hal ini mengakibatkan kerusakan yang sangat parah pada busi maupun permukaan piston (*piston dome*). Dengan mengamati tingkat perubahan pada kedua busi, bisa disimpulkan tidak terjadi *pre-ignition* pada kedua busi.

Untuk memvalidasi pengamatan visual kerusakan pada busi yang diuji, dilakukan perbandingan data kinerja mesin menggunakan Premium dan Pertamax setelah 4000 km, seperti ditunjukkan Pada Gambar 6 dan 7.

Dari Gambar 6 dan 7, dalam kaitan dengan kondisi busi setelah digunakan sejauh 4000 km, terlihat bahwa daya yang dihasilkan mesin berbahan bakar Premium lebih rendah 14.6% dibanding busi dari mesin berbahan bakar Pertamax. Pengamatan dari sejumlah pengulangan data yang diambil, menunjukkan tingkat inferioritas daya mesin berbahan bakar Premium dibanding mesin berbahan bakar Pertamax berkisar antara 9.6% – 14.6%



Gambar 6. Grafik performansi mesin menggunakan bahan bakar Premium



Gambar 7. Grafik performansi mesin menggunakan bahan bakar Pertamax

## Kesimpulan

Kondisi busi pada mesin sepeda motor empat langkah menggunakan bahan bakar Premium (Oktan 88) dan Pertamax (Oktan 92) yang telah digunakan sejauh 4000 km diamati secara visual untuk mengetahui penurunan kondisi atau tingkat kerusakan busi dan pengaruhnya terhadap kinerja mesin. Pengujian dilakukan dengan menjalankan mesin pada kondisi nyata di jalanan. Mesin yang digunakan memiliki standar bahan bakar yang direkomendasikan pabrikan berupa bahan bakar Pertamax (angka Oktan 92). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kondisi kerusakan busi pada mesin berbahan bakar Premium terjadi lebih cepat dibanding busi pada mesin berbahan bakar Pertamax. Hal ini diduga menjadi penyebab penurunan daya yang dihasilkan oleh mesin berbahan bakar Premium dibandingkan mesin berbahan bakar Pertamax.

Untuk kelanjutan penelitian akan dikembangkan untuk melakukan pengujian yang lebih terukur terhadap kualitas busi misalnya kualitas pengapiannya, dan pengujian dengan *mileage* yang lebih besar.

## Referensi

- [1] Ahmed A. Abdel-Rehim, *Impact of spark plug number of ground electrodes on engine stability*, Ain Shams Engineering Journal 4, (2013) 307-316  
[www.elsevier.com/locate/asej]
- [2] Armando Ortiz, Jorge L. Romero, Ignacio Cueva, Victor H. Jacobo, Rafael Schouwenaars, *Spark failure due to a combination of strong magnetic fields and undesirable fuel additives*, Case Studies in Engineering Failure Analysis 1, (2013) 67-71 [www.elsevier.com/locate/csefa]
- [3] H.T. Lin, M.P. Brady, R.K. Richards, D.M. Layton, *Characterization of erosion and failure processes of spark plugs after field service in natural gas engines*, Wear 259 (2005) 1063-1067  
[www.elsevier.com/locate/wear]