

Peningkatan Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah dengan Penggunaan Busi *Splitfire* SF392D dan Kabel Busi *Hurricane*

Rahardjo Tirtoatmodjo, Willyanto

Dosen Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra

Julianto Setyawan

Alumnus Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra

Abstrak

Salah satu komponen pendukung dalam sistem pengapian pada motor bakar torak adalah busi. Pengapian dari busi terjadi karena adanya sumber energi listrik untuk menghasilkan energi aktivasi yang digunakan untuk membakar campuran udara dan bahan bakar sehingga menghasilkan tenaga.

Busi sebagai suatu piranti untuk menghasilkan busur api listrik sangat berpengaruh terhadap kesempurnaan proses pembakaran yang terjadi didalam ruang bakar. Kesempurnaan proses pembakaran akan mempengaruhi unjuk kerja dari motor.

Dengan menggunakan Busi *Splitfire* SF392D dan Kabel Busi *Hurricane*, maka waktu pengapian harus disesuaikan untuk mendapatkan daya yang optimal. Peningkatan daya rata-rata yang dihasilkan dari pengujian adalah 3,8 %.

Kata kunci: Busi, Kabel busi, energi aktivasi, peningkatan daya, penurunan konsumsi bahan bakar, proses pembakaran.

Abstract

One of supporting components in the ignition system of Spark Ignition Engine is spark plug. Ignition occurs caused by the existence of electric source energy which generates activation energy to ignite the air fuel mixture until produces power.

Spark plug is a component generating the spark highly effected the completeness process in combustion chamber. The completeness of combustion process shall affects the performance of the engine.

By using Splitfire SF392D Spark plug and Hurricane plug wire, the ignition timing must be resetting for optimum power result. From result of the test, everage power increased is 3.8%.

Keywords: spark plug, plug wire, activation energy, increase power, decrease fuel consumption, combustion process.

1. Pendahuluan

Perkembangan dunia otomotif yang semakin pesat dewasa ini, juga diikuti oleh perkembangan berbagai komponen pendukungnya. Untuk penyempurnaan komponen-komponen mobil banyak inovasi baru yang dikembangkan sebagai peralatan tambahan yang berguna untuk menyempurnakan kemampuan sebuah mobil.

Dalam penulisan jurnal ini, dipilih untuk melakukan penelitian perbandingan pemakaian

kabel busi standart dan busi standart BDW16EX-U dengan kabel busi hurricane dan busi split fire SF392D. Pemilihan ini karena kabel busi merupakan piranti yang mendukung kerja busi. Selain itu, modifikasi yang dilakukan sangat sederhana dibandingkan modifikasi yang lain, yaitu tinggal mengganti komponen yang lama dengan yang baru dan dapat dilakukan oleh semua orang.

Sistem pengapian memiliki peranan penting dalam proses pembakaran dalam ruang bakar. Sistem pengapian yang semakin baik maka pembakaran dalam ruang bakar akan semakin sempurna, sehingga kemungkinan adanya campuran bahan bakar dan udara yang tidak terbakar akan semakin kecil.

Catatan : Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Februari 2001. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Mesin Volume 3 Nomor 1 April 2001.

Dalam sistem pengapian busi memegang peranan penting. Busi berfungsi untuk memercikkan bunga api, sehingga dengan desain busi yang lebih baik diharapkan percikan bunga api yang dihasilkan busi akan semakin sempurna.

Penggantian alat-alat tersebut tidak akan langsung berpengaruh pada kemampuan motor, dan harus ada penyesuaian lagi yang merupakan permasalahan yang akan diteliti disini. Komponen-komponen yang berperan dalam sistem pengapian bukan hanya busi dan kabel busi saja, tetapi juga yang berpengaruh adalah pengaturan waktu pengapian yang tepat.

Oleh karena itu dilakukan suatu perbandingan kerja busi split fire SF392D dan kabel busi hurricane dibandingkan dengan busi ND W16EXU dan kabel busi standart pada mesin daihatsu hijet 1000. Sehingga dari percobaan yang dilakukan dapat memperoleh data-data dan dapat menghasilkan kesimpulan mengenai kelebihan-kelebihan dan kekurangan-kekurangan masing-masing komponen.

2. Alat-Alat Percobaan

2.1 Motor yang diuji

Motor yang diuji sebuah motor daihatsu 3 silinder 4 langkah dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tipe motor	: CB-23
Silinder	: 3, in-line
Diameter x langkah	: 76mm x 73mm
Perbandingan kompresi	: 9,5 :1
Tekanan kompresi	: 12,5 kg/cm ² (pada 350 rpm)
Daya maksimum	: 38 kW pada 5600 rpm
Torsi maksimal	: 75,5 Nm pada 3200 rpm
Putaran <i>idle</i>	: 850 ± 50 rpm

2.2 Dynamometer (jenis Water Brake Dynamometer).

Sebagai alat pengukur unjuk kerja dari motor digunakan dynamometer yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Merek	: Zollner
Tipe	: 3 n 19 A
Daya maksimum	: 120 kW
Putaran maksimum	: 7500 rpm
Pengatur beban	: Sluice gate
Jumlah <i>impeller</i>	: 1
Arah putaran rem	: satu arah
Tekanan air inlet minimum	: 2-3 bar
Panjang tuas teoritis	: 0,9549 m

2.3 Busi

Adapun peralatan yang dipakai dalam percobaan ini :

- Busi split fire SF392D.
- Busi standart ND W16EX-U
- Kabel busi standart.
- Kabel busi Hurricane.

2.4 Exhaust Gas Analyzer

Alat ini berfungsi untuk menganalisa gas buang dari motor dengan spesifikasi sebagai berikut :

Merek	: Stampex Motor Branch ex Italy
Power Supply	: 220V / 100W – 50Hz
Kemampuan pengukuran :	
CO	: 0 – 9,99% vol
CO ₂	: 0 – 19,98% vol
O ₂	: 0 – 25% vol
HC	: 0 – 10000 ppm
λ	: 0,5 – 1,5
Putaran	: 0 – 5000 rpm

3. Teori Dasar

3.1 Perhitungan daya kuda

Daya yang diukur oleh dynamometer dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$BHP = \frac{2\pi PR Nd}{X} \quad (dk)$$

Dimana :

BHP	= brake horse power (dk)
P	= gaya aksi dynamometer (Newton)
R	= panjang lengan dynamometer (m)
Nd	= putaran motor (rpm)
X	= faktor pengkonversi

$$= 33000 \left(\frac{\text{ft.lb / det}}{\text{dk}} \right)$$
$$= 4500 \left(\frac{\text{kg.m / det}}{\text{dk}} \right)$$
$$= 45000 \left(\frac{\text{N.m / det}}{\text{dk}} \right)$$

3.2 Tekanan Efektif rata-rata (Bmep)

Tekanan efektif rata-rata (*Brake Mean Effective Pressure*) yang merupakan tekanan rata-rata yang bekerja pada piston selama langkah kerja dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$b_{mep} = \frac{0,45 N Z}{A L i N d} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Dimana :

- N = tenaga kuda poros (dk)
- A = luas penampang torak (m²)
- L = panjang langkah torak (m)
- i = jumlah silinder
- Z = 1 untuk motor 2 langkah
2 untuk motor 4 langkah

3.3 Hubungan BHP dan Bmep

Hubungan antara BHP dan b_{mep} adalah sebagai berikut :

$$BHP = \frac{b_{mep} V_{sil} N_p}{X}$$

dimana :

V_{sil} = Volume pergeseran piston

$$= \frac{\pi}{4} D^2 L$$

N_p = jumlah langkah kerja permenit
= i. Nd/Z

3.4 Pemakaian Bahan-Bakar Spesifik.(sfc)

Specific fuel consumption adalah jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh motor untuk menghasilkan daya satu dk selama satu jam. Sfc dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$B_{sfc} = \frac{3600 m}{B_{hp_t}} \quad (\text{kg/HP jam})$$

m = bahan bakar sebanyak 50 ml (kg)

SG bensin = 0,728 (1 atm, 31°C)

ρ bensin : ρ air X SG bensin = 999 X 0,728
= 727,272 kg/m³

V = volume bahan bakar = 50 ml

m = 0,03636363 kg

t = waktu konsumsi 50 ml bahan bakar (dt)

3.5 Efisiensi Thermis

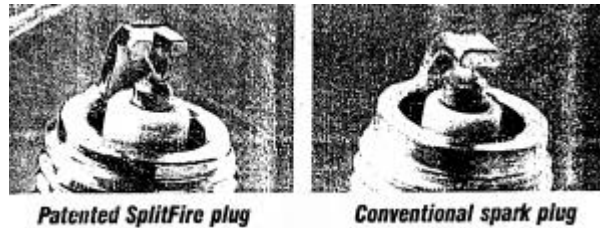
Efisiensi thermis merupakan efisiensi pemanfaatan panas dari bahan bakar untuk diubah menjadi tenaga mekanis. Efisiensi thermis dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\eta = \frac{3000 \cdot 746}{B_{sfc} \cdot LHV} \times 100\%$$

LHV = *Low Heating Value* (nilai kalor bawah bahan bakar) = 44.188.064 joule/kg

3.6 Busi

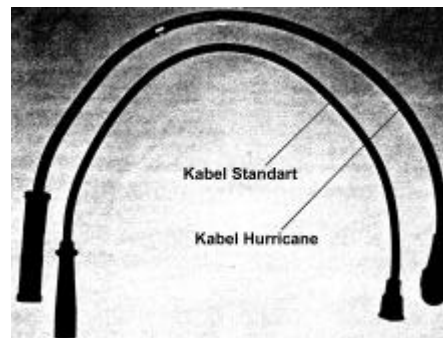
Berfungsi untuk menghasilkan loncatan bunga api diantara celah elektrode busi di dalam ruang bakar, sehingga campuran udara dan bahan bakar dapat terbakar.



Gambar 1. Busi

3.7 Kabel Busi

Berfungsi untuk menghubungkan antara distributor dengan busi sehingga tegangan tinggi dari distributor dapat diteruskan kepada masing-masing busi.



Gambar 2. Kabel busi

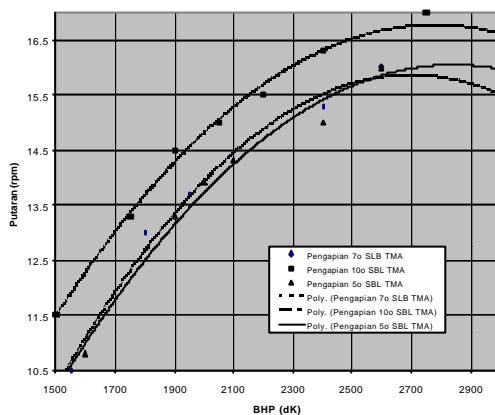
4. Prosedur Percobaan

Prosedur yang dilakukan dalam pengambilan data pada pengereman dan putaran berubah:

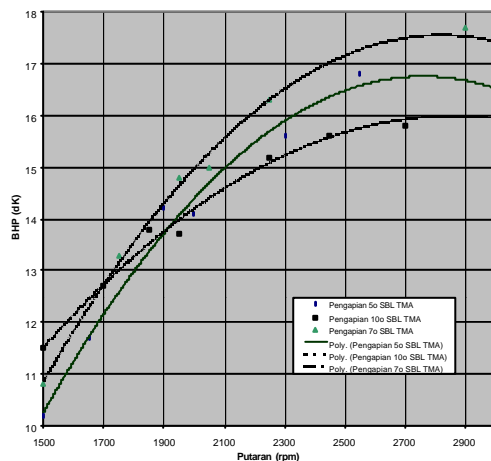
1. Sebelum menghidupkan motor, melakukan pemeriksaan terlebih dahulu terhadap: minyak pelumas, air pendingin, *blower*, kran pemasukan air, bahan bakar dan semua perlengkapan yang dibutuhkan untuk percobaan.
2. Kemudian menghidupkan motor pada putaran *idlenya* (850 rpm) selama 5 menit agar motor mencapai kondisi kerjanya.
3. Setelah mencapai kondisi kerjanya, kemudian mencari posisi pengapian yang terbaik pada kondisi *idle* dengan menggunakan *timing light* (diperoleh pengapian 10°)
4. Membuka kran pemasukan air ke dynamometer, agar tekanan air masuk sekitar 2,5 bar dan mengatur posisi pengereman 0%.

5. Menaikkan putaran motor hingga 2500 rpm dengan kondisi tanpa beban (0%)
6. Selanjutnya motor mulai dibebani secara bertahap, dengan menaikkan posisi pengereman menjadi 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30%. Perubahan posisi pengereman dilakukan setiap konsumsi 50ml bahan bakar. Pengambilan data dilakukan setiap perubahan posisi pengereman.
7. Setelah selesai pengujian, beban pengereman dikembalikan ke posisi 0% dan kemudian putaran dikembalikan ke kondisi putaran idle.

5. Hasil Percobaan Dan Analisa



Gambar 3. Grafik Bhp Menggunakan Busi ND W16EX-U + Kabel Busi Standart pada Masing-Masing Pengapian.

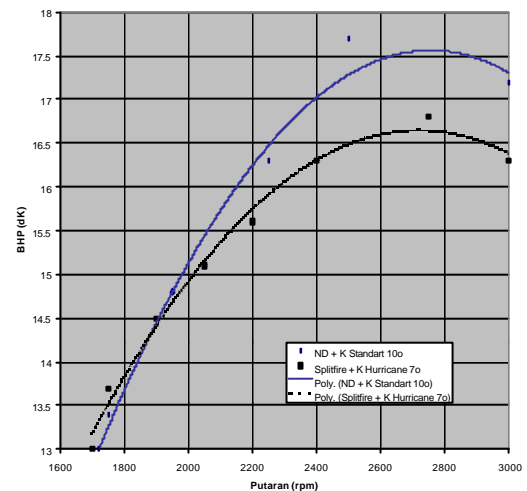


Gambar 4. Grafik Bhp dengan Kombinasi Busi Splitfire SF392D + Kabel Busi Hurricane Pada Masing-Masing Posisi Pengapian.

Pada gambar 3 terlihat bahwa daya yang terbesar terjadi pada posisi pengapian 10° sebelum TMA. Sedangkan daya yang terendah terjadi pada posisi pengapian 5° sebelum TMA.

Dengan posisi pengapian yang semakin dekat ke TMA maka daya yang dihasilkan semakin menurun, karena kecepatan gerak piston yang relatif tinggi tidak memberikan kesempatan campuran bahan bakar dan udara terbakar habis saat piston mulai bergerak ke titik mati bawah (TMB).

Pada Gambar 4 tampak jelas daya yang paling besar didapatkan pada posisi pengapian 7° sebelum TMA. Sedangkan yang paling rendah didapat pada posisi pengapian 10° sebelum TMA. Pada posisi pengapian 10° sebelum TMA busi terlalu cepat menyala sehingga pada saat pembakaran campuran bahan bakar dan udara selesai maka posisi piston berada sebelum titik yang paling optimum untuk menghasilkan langkah kerja, sehingga terjadilah kerja negatif karena ketika langkah kompresi masih berlangsung sebagian bahan bakar sudah terbakar dan memberikan tekanan lawan.



Gambar 5. Grafik Perbandingan BHP Antara Kombinasi Busi ND W16EX-U + Kabel Busi Standart pada Posisi 10 BTDC. dengan Kombinasi Busi Splitfire SF392D + Kabel Busi Hurricane Pada Posisi Pengapian 7 BTDC.

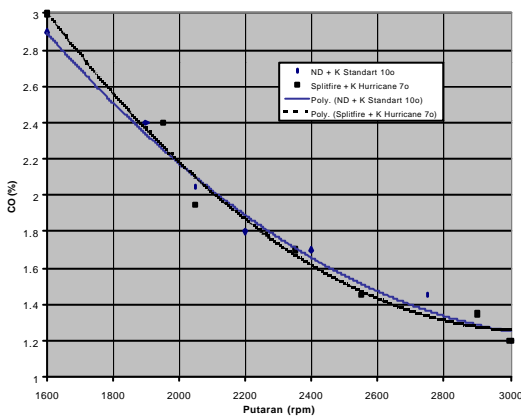
Grafik pada Gambar 5 menunjukkan perbandingan daya antara kombinasi busi ND W16EX-U + kabel busi standart pada posisi pengapian 10° sebelum TMA dengan kombinasi busi split fire SF392D + kabel busi Hurricane pada posisi pengapian 7° sebelum TMA. Terlihat bahwa daya yang dihasilkan dari kombinasi busi split fire SF392D + kabel busi hurricane pada posisi pengapian 7° sebelum TMA lebih besar. Peningkatan daya rata-rata yang dihasilkan adalah sebesar 3,8 %.

Pemakaian busi *split fire* SF392D + kabel busi Hurricane posisi pengapian lebih dekat ke TMA dari pada pemakaian busi ND W16EX-U +

Kabel Busi Standart. Hal ini disebabkan oleh loncatan bunga api yang dihasilkan pada elektrode busi lebih besar. Sehingga campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar lebih cepat. Dengan posisi pengapian yang lebih dekat ke titik mati atas maka daya yang berkurang akibat dorongan piston kebawah pada saat menuju TMA oleh terbakarnya campuran bahan bakar dan udara semakin kecil. Sehingga daya keluaran yang dihasilkan semakin besar.

Pada putaran rendah kurang lebih 1700 rpm daya yang dihasilkan kombinasi busi split fire SF392D + kabel busi hurricane lebih rendah daripada kombinasi busi ND W16EX-U + kabel busi standart karena daya keluaran yang dihasilkan oleh motor teranulir dengan kebutuhan energi untuk penyalaan busi splitfire itu sendiri.

Daya yang terbesar dihasilkan pada putaran 2700 rpm. Setelah melewati putaran optimumnya maka daya yang dihasilkan akan turun, karena pada putaran yang tinggi melebihi kemampuan optimum motor maka waktu penyalaan busi terlalu jauh dari TMA sehingga pada waktu piston naik menuju TMA pada langkah akan mendapat tekanan ke bawah akibat terjadinya pembakaran campuran bahan bakar dan udara.



Gambar 6a. Grafik Perbandingan Kadar CO antara Kombinasi Busi ND W16EX-U + Kabel Busi Standart Pada Posisi Pengapian 10° Sebelum TMA dengan Kombinasi Busi Split Fire SF392D + Kabel Busi Hurricane pada Posisi Pengapian 7° Sebelum TMA.

Dari Gambar 6a terlihat bahwa kadar CO yang dihasilkan lebih rendah dengan menggunakan busi splitfire + kabel hurricane pada posisi pengapian 7° sebelum tma di bandingkan penggunaan busi ND + kabel standar pada posisi pengapiaan 10° sebelum TMA.

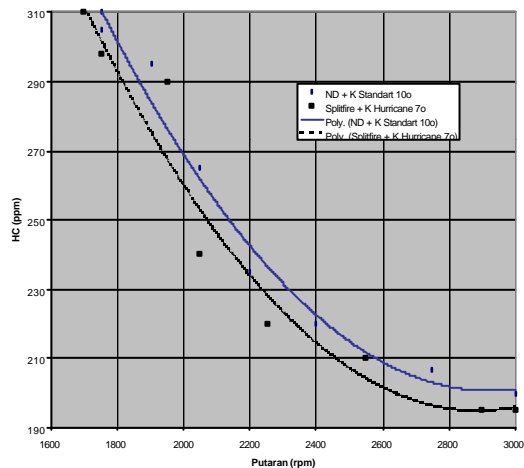
Demikian pula pada grafik 6b terlihat bahwa kadar HC juga mengalami penurunan. Kadar CO₂ mengalami peningkatan sebagai akibat dari penurunan kadar CO dan HC. Besarnya penurunan rata-rata CO pada pengujian adalah 5,03 % dan penurunan kadar HC adalah 4,5 %.

Dari Gambar 6a, Gambar 6b, Gambar 6c terlihat perbandingan kadar gas buang antara kombinasi busi ND W16EX-U+kabel standar pada posisi pengapian 10° sebelum TMA dengan kombinasi busi splitfire + SF392D + kabel hurricane pada posisi pengapian 7° sebelum tma.

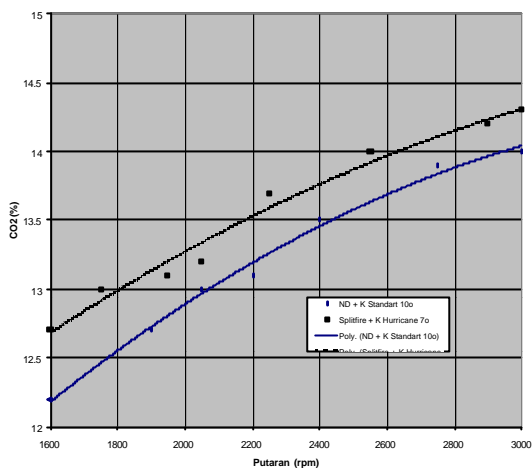
Kadar CO dan HC semakin menurun dengan meningkatnya putaran motor. Kadar CO dan HC mencapai titik terendah pada putaran ± 3000 rpm. Jadi dengan meningkatnya putaran motor, maka pembakaran campuran bahan bakar dan udara menjadi semakin sempurna.

Hal ini terjadi karena pada putaran makin tinggi, turbulensi yang terjadi juga makin besar sehingga mempermudah terjadinya campuran yang lebih baik, atau dengan kata lain bahan bakar lebih mudah bertemu udara.

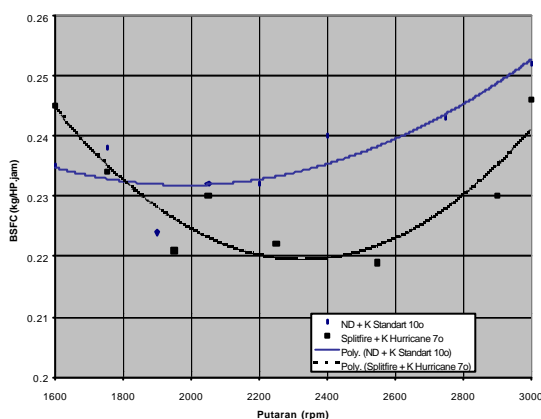
Dengan penggunaan busi split fire + kabel hurricane campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar dengan lebih sempurna. Sehingga terjadi penurunan kadar CO dan HC pada gas buangnya. Hal ini terjadi karena energi aktivasi yang diberikan ke campuran udara dan bahan bakar lebih besar dibandingkan dengan hanya menggunakan busi dan kabel busi konvensional sehingga kemampuan membakar habis bahan bakar lebih tinggi.



Gambar 6b. Grafik Perbandingan Kadar HC antara Kombinasi Busi ND W16EX-U + Kabel Busi Standart pada Posisi Pengapian 10° Sebelum TMA dengan Kombinasi Busi Split Fire SF392D + Kabel Busi Hurricane pada Posisi Pengapian 7° Sebelum TMA.



Gambar 6c. Grafik Perbandingan Kadar CO₂ antara Kombinasi Busi ND W16EX-U + Kabel Busi Standart pada Posisi Pengapian 10° Sebelum TMA dengan Kombinasi Busi Split Fire SF392D + Kabel Busi Hurricane pada Posisi Pengapian 7° Sebelum TMA.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Bsfcc

Dari Gambar 7 terlihat dengan penggunaan busi splitfire SF392D + kabel busi Hurricane dengan pengapian 7° sebelum TMA pemakaian bahan bakar spesifiknya lebih hemat dibandingkan busi ND W16EX-U + kabel busi standart dengan pengapian 10° sebelum TMA. Penurunan pemakaian bahan bakar spesifik tersebut rata-rata 3,5 %.

Pada kombinasi busi split fire + kabel Hurricane, penggunaan bahan bakar yang paling hemat terjadi pada putaran ± 2400 rpm. Sedangkan pada kombinasi busi ND W16EX-U + kabel busi standart pemakaian bahan bakar yang paling irit terjadi pada putaran ± 2100 rpm. Jadi dengan pemakaian busi splitfire SF392D + kabel busi hurricane pemakaian bahan bakar tetap hemat meskipun putaran motornya tinggi. Sehingga dengan putaran

motor yang lebih tinggi didapatkan daya yang lebih besar (sampai batas optimumnya).

Terlihat bahwa pada putaran di bawah 1800 rpm penggunaan busi split fire dan kabel busi hurricane menunjukkan bsfc yang lebih boros dari penggunaan busi ND W16EX-U dan kabel busi standart karena dibutuhkan penggunaan energi yang lebih besar tetapi karena hanya untuk membakar bahan bakar yang hanya sedikit saja dimana hanya dihasilkan energi yang kecil, berarti secara global justru kurang efisien.

Dari gambar terlihat bahwa semakin tinggi putaran motor (setelah melewati putaran optimum) maka pemakaian bahan bakar spesifiknya akan semakin boros, karena peningkatan putaran tersebut tidak sebanding dengan peningkatan daya.

6. Kesimpulan

Dengan pemakaian busi splitfire + kabel hurricane pada posisi pengapian 7° sebelum TMA maka dapat meningkatkan daya, menghemat pemakaian bahan bakar dan gas buang yang dihasilkan lebih bersih.

Untuk mendapatkan unjuk kerja motor yang optimal, penggantian busi ND W16EX-U dan kabel busi standart dengan busi split fire SF392D dan kabel busi hurricane harus diikuti penyetelan ulang posisi pengapian.

Daya yang paling besar tidak terjadi pada pemakaian bahan bakar yang irit, meskipun kadar HC dan CO yang terendah. Daya yang terbesar terjadi pada putaran 2700 rpm, sedangkan pemakaian bahan bakar yang paling hemat terjadi pada putaran 2400 rpm. Kadar CO serta HC yang terendah pada putaran 3000 rpm.

Besarnya daya, konsentrasi gas buang dan konsumsi bahan bakar yang optimum tidak terjadi pada putaran yang sama. Hasil optimum tiap-tiap komponen (daya, gas buang dan konsumsi bahan bakar) tidak terjadi pada saat putaran yang bersamaan.

Daftar Pustaka

1. Crouse, W.H., *Automotive Electric Equipment*, USA: McGrawHill Book Company Inc. 1958.
2. Schwaller, A.E., *Motor Automotive Mechanics*, New York: Delmar Publisher Inc. 1988.

3. Bosch, Robert, *Automotive Electric/Electric Systems*, Stuttgart: Robert Bosch GmbH. Postfach 50, D-7000. 1988.
4. Heywood, J.B., *Internal Combustion Engine Fundamentals*, Singapore: McGraw Hill. 1988.
5. Tirtoatmodjo, R., *Penggerak Mula*, Universitas Kristen Petra. 1996.
6. Berenschot, H., *Benzinmotoren*, Netherland: Vam-Voorschoten Publisher Inc. 1980.
7. Young, A.P., Griffiths, *Automobile Electricity and Electronics Equipment* -9th edition, England: Butler and Tanner Ltd, Frome, Somerset. 1980.
8. Santini, A., *Automotive Electricity and Electronics*, New York: Delmar Publisher Inc. 1998.
9. Kristanto, P., *Sistem Pengaturan dan Pengukuran*, Universitas Kristen Petra. 1997.
10. Tirotoatmodjo, R., *Teknik Pembakaran dan Bahan Bakar*, Universitas Kristen Petra. 1995.