Edisi Cetak Jurnal Dinamis, Januari 2014 (ISSN: 0216-7492)

PENGARUH PENGGUNAAN HIDROGEN SEBAGAI CAMPURAN PREMIUM PADA EMISI GAS BUANG MESIN OTTO

Efinde Beni[1],Tulus B. Sitorus[2], Dian Morfi Nasution[3], Farel H. Napitupulu[4], Andianto Pintoro[5]
Email:efinde_benny@ymail.com
[1,2,3,4,5]Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 Medan Indonesia

ABSTRAK

Pengujian hidrogen sebagai campuran bahan bakar untuk mesin otto sudah dilakukan oleh para peneliti dan terus berlangsung hingga saat ini. Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh hasil performansi mesin otto dan mengetahui kadar emisi gas buang yang terkandung pada gas buang saat menggunakan hidrogen sebagai campuran bahan bakar. Hidrogen merupakan sumber energi alternatif berbentuk gas yang ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar untuk motor bakar. Hidrogen dapat dihasilkan dari berbagai macam cara, salah satunya yaitu dengan cara elektrolisis. Proses elektrolisis dapat memperoleh gas hidrogen dari air. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian ini meliputi perancangan dan pembuatan alat elektrolisis dalam menghasilkan hidrogen, dan pengujian menggunakan alat uji mesin otto dan alat uji gas analyzer untuk mengetahui unjuk kerja mesin serta kadar emisi gas buang dari hasil pembakaran. Penggunaan hidrogen sebagai campuran bahan bakar untuk kendaraan bermotor dapat meningkatkan performansi dan menghemat penggunaan bahan bakar fosil dalam berkendara. Hasil eksperimental menyatakan bahwa penggunaan hidrogen sebagai campuran bahan bakar dapat menaikkan torsi dan daya hingga 2,05 % serta peningkatan efisiensi thermal hingga 38,54 %. Disamping tiu penggunaan hidrogen juga dapat mengurangi emisi gas buang karbon monoksida hingga 59,93 %.

Kata kunci : bahan bakar fosil, elektrolisis, emisi gas buang, hidrogen, performansi

1. PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir ini kelangkaan bahan bakar minyak merupakan persoalan yang krusial di dunia. Berbagai aspek dan sektor kehidupan telah merasakan dampaknya. Sektor yang paling merasakan dampaknya yaitu sektor transportasi yang tentunya menggunakan bahan bakar minyak saat beroperasi. Suplai dan harga minyak bumi yang seharusnya membuat kita sadar bahwa jumlah cadangan minyak yang ada di bumi semakin menipis. Untuk itulah kita sebagai pewaris kehidupan di bumi harus memikirkan untuk mencari alternatif-alternatif energi lain untuk membantu peran minyak bumi yang dengan sendirinya akan menghemat pemakaian minyak bumi. Hidrogen merupakan salah satu energi yang tepat untuk membantu penghematan pemakaian minyak bumi. Peningkatan permintaan energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduknya dan menipisnya sumber cadangan minyak dunia serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil memberikan tekanan kepada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan. Selain itu, peningkatan harga minyak dunia yang semakin tinggi juga menjadi alasan yang serius yang menimpa banyak negara di dunia terutama Indonesia. Lonjakan harga minyak dunia akan memeberikan dampak yang besar bagi pembangunan bangsa Indonesia. Konsumsi BBM yang mencapai 1,3 juta barel tidak seimbang dengan produksinya yang nilainya sekitar 1 juta barel sehingga terdapat defisit yang harus dipenuhi melalui import. Menurut data ESDM (2006) cadangan minyak Indonesia hanya tersisa 9 miliar barel. Apabila terus dikonsumsi tanpa ditemukannya cadangan minyak baru, diperkirakan cadangan minyak ini akan habis dalam dua dekade mendatang. Pemilihan hidrogen sebagai energi alternatif merupakan hal yang tepat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Mesin Otto atau *Beau de Roches*, merupakan mesin pengonversi energi tak langsung, yaitu dari energi bahan bakar menjadi energi panas dan kemudian baru menjadi energi mekanis. Jadi energi kimia bahan bakar tidak dikonversikan langsung menjadi energi mekanis. Bahan bakar standar motor bensin adalah iso-oktan (C_8H_{18}). Efisiensi pengkonversian energinya berkisar 30% ($\eta t = \pm 30\%$). Hal ini karena rugi-rugi 50% rugi panas, gesek/mekanis dan pembakaran tak sempurna. Sistem kerja

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, Januari 2014 (ISSN: 0216-7492)

mesin otto dibedakan atas mesin otto dua langkah (two stroke) dan empat langkah (*four stroke*). Mesin otto mempergunakan beberapa siliinder yang didalamnya terdapat torak yang bergerak translasi (bolak-balik). Didalam silinder itulah terjadi pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen dari udara. Gas pembakaran yang dihasilkan oleh proses tersebut mampu menggerakan torak yang oleh batang penghubung (batang penggerak) dihubungkan dengan poros engkol. Gerak translasi torak tersebut menyebabkan gerak rotasi pada poros engkol dan sebaliknya gerak rotasi poros engkol menimbulkan gerak translasi pada torak.

Mesin Otto jugadilengkapi dengan busi dan karbuator. Busi berfungsi sebagai penghasil percikan bunga api yang akan menyalakan campuran udara dengan bahan bakar, maka mesin otto disebut juga sebagai *spark ignition engine*. Sedangkan karburator merupakan tempat pencampuran udara dan bahan bakar. Mesin bensin memiliki perbandingan kompresi sekitar 8 : 1 sampai 11 : 1 jauh lebih rendah dibandingkan dengan mesin diesel yang memiliki perbandingan kompresi sekitar 12 : 1 hingga 24 : 1.

DAYA

Besarnya torsi yang dihasilkan oleh suatu mesin dapat diukur menggunakan *dynamometer* yang dikopel dengan poros output mesin. Oleh karena itu, sifat *dynamometer* bertindak seolah-olah seperti sebuah rem dalam sebuah mesin, maka daya yang dihasilkan poros output ini sering disebut sebagai daya rem (*Brake Power*). Daya dapat dihitung dengan rumus :

$$P_B = \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{60} \cdot \tau \quad [1]$$

dimana: P_B = Daya keluaran (Watt)
N = Putaran mesin (rpm)
τ = Torsi (N.m) [3]

KONSUMSI BAHAN BAKAR SPESIFIK

Konsumsi bahan bakar spesifik *(specific fuel consumption,sfc)* adalah parameter unjuk kerja mesin yang berhubungan langsung dengan nilai ekonomis sebuah mesin, karena dengan mengetahui hal ini dapat dihitung jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah daya dalam selang waktu tertentu.

Bila daya rem dinyatakan dalam satuan kW dan laju aliran massa bahan bakar (m_f)dalam satuan kg/jam, maka :

$$Sfc = \frac{mf \cdot 10^3}{P_B} \quad [2]$$

dimana:
Sfc = Konsumsi bahan bakar spesifik (g/kW.h).
mf= Laju aliran massa bahan bakar (kg/jam)
Besarnyalajualiranmassa bahan bakar (*mf*) dihitung dengan persamaan berikut:

$$m_f = \frac{\rho_f \cdot V_f \cdot 10^{-6}}{t_f} \times 3600 \quad [4]$$

dimana:
ρ_f = Massa jenis bahan bakar (kg/m^3)
V_f = Volume bahan bakar yang diuji (dalam hal ini 50 mL)
t_f = Waktu untuk menghabiskan bahan bakar sebanyak volume uji (detik). [2]

EFISIENSI VOLUMETRIS

Jika sebuah mesin empat langkah dapat menghisap udara pada kondisi isapnya sebanyak volume langkah toraknya untuk setiap langkah isapnya, maka itu merupakan sesuatu yang ideal. Namun hal itu tidak terjadi dalam keadaan sebenarnya, dimana massa udara yang dapat dialirkan selalu lebih sedikit dari perhitungan teoritisnya. Penyebabnya antara lain tekanaan yang hilang (*losses*)

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, Januari 2014 (ISSN: 0216-7492)

pada sistem induksi dan efek pemanasan yang mengurangi kerapatan udara ketika memasuki silinder mesin. Efisiensi volumetrik (η_v) dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$\eta_v = m_a / \rho_a V_d$$

dimana:
m_a = massa udara ketika masuk ke dalam silinder untuk satu siklus
ρ_a= kerapatan udara (kg/m^3)
V_d= volume langkah torak = 3,72 x 10^4(m^3). [Spesifikasi mesin]

Diasumsikan udara sebagai gas ideal, sehingga massa jenis udara dapat di peroleh dari persamaan berikut:

$$\rho_a = \frac{P_a}{R.T_a}$$

dimana : R = konstanta gas (untuk udara = 287 J/kg.K)

EFISIENSI THERMAL BRAKE

Kerja berguna yang dihasilkan selalu lebih kecil dari pada energi yang di bangkitkan piston karena sejumlah energi hilang akibat adanya kerugian mekanis (*mechanical losses*). Dengan alasan ekonomis perlu dicari kerja maksimum yang dapat dihasilkan dari pembakaran sejumlah bahan bakar. Efisiensi ini sering disebut sebagai efisiensi termal brake *(brake thermal efficiency, η_b)* dengan rumus sebagai berikut :

$$\eta_b = \frac{W}{Q_{in}}$$

Laju panas yang masuk Q, dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\dot{Q}_{in} = \dot{m}_f Q_{HV} \eta_c$$ [2]

[2]

dimana:
m_f = laju aliran bahan bakar (kg/h)
Q_{HV} = Nilai kalor bahan bakar (kJ/kg)
η_c = efisiensi pembakaran (dalam pengujian diambil 0,97)

PEMBAKARAN PADA MESIN OTTO

Pembakaran didefinisikan sebagai reaksi kimia yang mana oksidan bereaksi cepat dengan bahan bakar untuk melepaskan energi panas. Pada aplikasinya, oksidan pada pembakaran adalah oksigen pada udara. Tiga unsur kimia utama dalam elemen mampu bakar *(combustible)* pada bahan bakar adalah karbon (C) dan hidrogen (H), elemen mampu bakar yang lain namun umumnya hanya sedikit terkandung dalam bahan bakar adalah sulfur (S). Proses pembakaran dikatakan sempurna apabila semua karbon dibahan bakar terbakar menjadi karbon dioksida, hidrogen terbakar menjadi sulfur dioksida, jika kondisi teori pembakaran tidak memenuhi maka pembakaran tidak sempurna.

Nitrogen adalah gas lembam dan tidak berpartisipasi dalam pembakaran. Selama proses pembakaran, butiran minyak bahan bakar dipisahkan menjadi elemen komponennya yaitu hidrogen dan karbon dan masing-masing bergabung dengan oksigen dari udara secarah terpisah. Hidrogen bergabung dengan oksigen untuk membentuk air dan karbon bergabung dengan oksigen menjadi karbon dioksida. Jika oksigen yang tersedia tidak cukup, maka sebagian dari karbon akan bergabung dengan oksigen dalam bentuk karbon monoksida. Pembentukan karbon monoksida hanya menghasilkan 30% panas yang dibandingkan panas yang timbul oleh pembentukan karbon dioksida.

EMISI GAS BUANG

Selain bunyi mesin yang keras, polusi udara yang dihasilkan oleh gas buang mesin bakar otto merupakan gangguan yang membahayakan terhadap lingkungan. Komponen-komponen gas buang yang membahayangkan itu antara lain adalah hidrokarbon yang tidak terbakar (UHC), karbon

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, Januari 2014 (ISSN: 0216-7492)

monosikda (CO) dan nitrogen oksida (NO dan NO_2). Hal yang disebutterakhir, NO dan NO_2 biasadinyatakandenganNO_x.Namunjikadibandingkandenganmesin diesel, gas buangmesinottomengandung CO dan UHC yang lebihbanyakdemikian juga kadar NO_2 yang dihasilkanjikadibandingdengan NO.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pengujian performansi dan emisi gas buang untuk mesin otto empat silinder dengan menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Pengujian performansi mesin otto dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Katup bahan bakar dibuka, agar bahan bakar dapat mengalir ke tabung ukur (50 ml).
2. Mesin dihidupkan dengan memutar kunci kontak pada mesin, kemudian mesin dipanaskan pada putaran 1500 rpm dalam waktu 2 menit.
3. Setelah mesin beroperasi dengan baik, putaran diatur hingga 1800 rpm (pengujian pertama).
4. Mencatat torsi yang ditunjukkan pada torquemeter.
5. Mencatat temperatur air masuk dan keluar yang terlihat pada water temperature meter.
6. Mencatat tekanan udara masuk melalui pembacaan air flow manometer
7. Mencatat temperatur gas buang melalui pembacaan exhaust temperature meter.
8. Mencatat waktu mesin menghabiskan bahan bakar pada volume ukur yang telah ditentukan.
9. Mengulang pengujian untuk variasi putaran mesin.

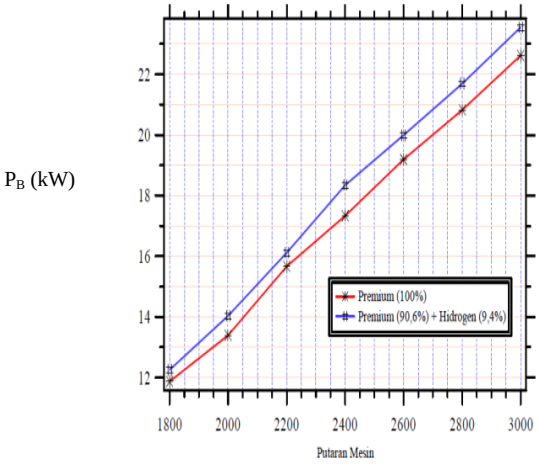
Untuk mengetahui kadar emisi gas buang dalam pengujian mesin otto, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan perangkat alat uji emisi gas buang
2. Mengosongkan kandungan gas dalam alat uji emisi gas buang
3. Memasukkan stick ke pipa pembuangan mesin uji
4. Mencatat hasil yang ditampilkan pada monitor alat uji
5. Mencatat hasil yang ditampilkan pada monitor alat uji
6. Menunggu kira-kira 30 detik hingga mesin selesai mengulang data pengujian sebelumnya
7. Mengulang pengujian dengan putaran dan bahan bakar yang berbeda
8. Mengolah data dari tujuh kali pengujian

Setelah melakukan pengujian, seluruh hasil data diolah dengan menggunakan rumus-rumus empiris agar diperoleh data yang selanjutnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

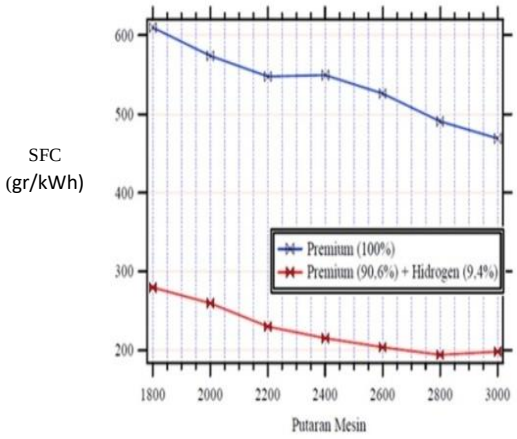
Hasil pengujian performansi mesin otto dengan menggunakan bahan bakar premium murni dan campuran bahan bakar premium dan hidrogen adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik daya vs putaran mesin untuk beban konstan

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, Januari 2014 (ISSN: 0216-7492)

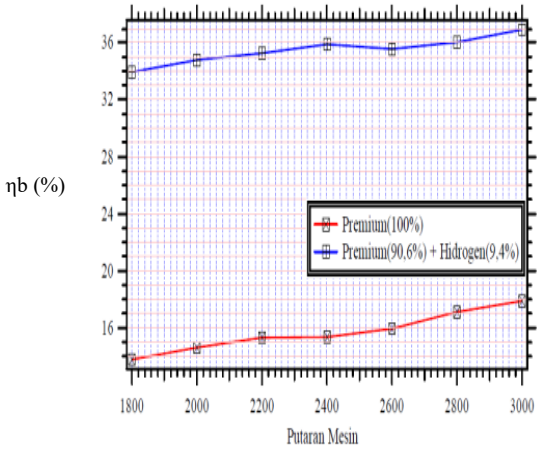
Berdasarkan hasil perhitungan daya maka didapat, pada pembebanan konstan (10 kg), daya terendah mesin terjadi pada pengujian dengan menggunakan bahan bakar premium pada putaran mesin 1800 rpm yaitu 11,87 kW. Sedangkan daya tertinggi terjadi pada pengujian dengan menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 23,55 kW.Besar kecil daya mesin bergantung pada besar kecil torsi dan putaran mesin. Semakin besar torsi dan putaran mesin maka daya mesin akan semakin besar, sebaliknya semakin kecil torsi dan putaran mesin maka daya mesin akan semakin kecil.



Gambar 4.2 Grafik Sfc vs putaran mesin untuk beban konstan

Berdasarkan hasil perhitungan Sfc maka didapat, pada pembebanan konstan (10 kg), Sfc terendah terjadi pada pengujian dengan menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen pada putaran mesin 2800 rpm yaitu 194,10gr/kWh. Sedangkan Sfc tertinggi terjadi pada pengujian dengan menggunakan bahan bakar premium pada putaran mesin 1800 rpm sebesar 609,975 gr/kWh.

Besar S_{fc} sangat dipengaruhi oleh nilai kalor bahan bakar, semakin besar nilai kalor bahan bakar maka Sfc semakin kecil dan sebaliknya.Adanya kecenderungan peningkatan S_{fc} dengan kenaikan putaran mesin pada beban konstan disebabkan oleh waktu periode persiapan pembakaran yang pendek dimana pencampuran bahan bakar dengan udara berlangsung dengan kurang baik.



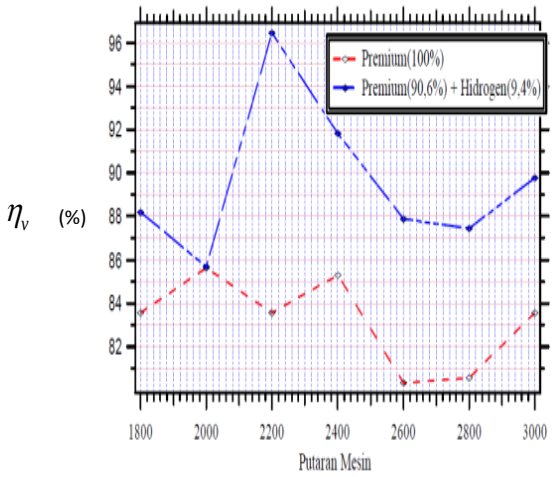
Gambar 4.3 Grafik efisiensi thermal brake vs putaran mesin untuk beban konstan

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi termal brake maka didapat, pada pembebanan konstan (10 kg), efisiensi termal brake terendah terjadi pada pengujian dengan menggunakan bahan bakar premium pada putaran mesin 1800 rpm yaitu sebesar 13,789 %. Sedangkan efisiensi termal brake tertinggi terjadi pada pengujian dengan menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen pada putaran mesin 3000 rpm yaitu sebesar 36,895 %.

Efisiensi thermal dari bahan bakar sangat tergantung terhadap nilai kalor bahan bakarnya. Semakin tinggi nilai kalor bahan bakar maka efisiensi thermal brake akan semakin tinggi. Kenaikkan putaran mesin pada beban konstan cenderung meningkatkan efisiensi thermal brake, untuk beban

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, Januari 2014 (ISSN: 0216-7492)

konstan daya efektif yang dihasilkan relatif konstan dan kenaikan putaran mesin akan mempersingkat waktu proses pencampuran bahan bakar- udara, sehingga pembakaran yang terjadi lebih kecil.



Gambar 4.4Grafik efisiensi volumetris vs putaran mesin untuk beban konstan

Pengujian juga dilaksanakan untuk mengetahui pembakaran yang terjadi pada ruang bakar. Salah satu parameter yang diteliti yaitu busi. Busi bertugas membantu proses pembakaran, sesuai data timing pengapian yang dihasilkan dari putaran rotor magnet yang disampaikan fulser dan diolah oleh CDI, serta dibangkitkan oleh koil dan diteruskan ke busi.



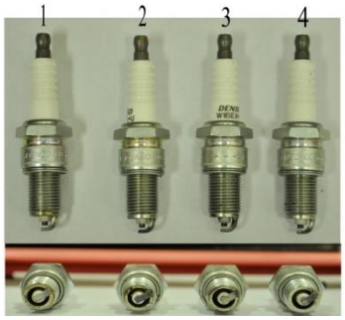
Gambar 4.5 Busi yang akan digunakan dalam pengujian saat menggunakan bahan bakar premium



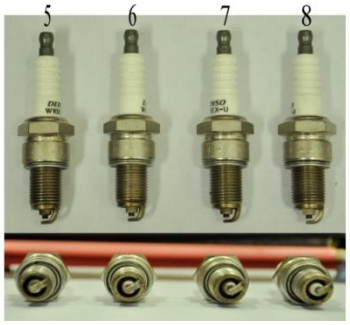
Gambar 4.6 Busi yang akan digunakan dalam pengujian saat menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen

Keempat busi pada gambar 4.5 digunakan pada saat pengujian dengan menggunakan bahan bakar premium. Sedangkan keempat busi pada gambar 4.6 digunakan pada saat pengujian dengan menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen. Pengujian saat itu hanya dilakukan dalam waktu 80 menit. Setiap jenis bahan bakar memakan waktu 40 menit dalam pengujiannya. Setelah pengujian selesai, terlihat jelas perbedaan pada elektroda busi.

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, Januari 2014 (ISSN: 0216-7492)



Gambar 4.7 Busi yang telah digunakan dalam pengujian menggunakan bahan bakar premium

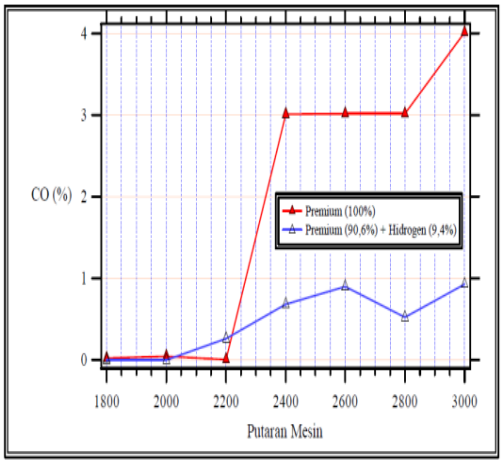


Gambar 4.8 Busi yang telah digunakan dalam pengujian menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen

Dari gambar diatas terlihat perbedaan elektroda busi antara penggunaan bahan bakar premium dan campuran bahan bakar premium dan hidrogen. Pada gambar 4.7 terlihat elektroda busi yang berwarna putih kehitaman. Itu menandakan proses pembakaran yang terjadi tidak sempurna. Warna putih menunjukkan bahwa proses pembakaran yang terjadi terlalu irit dan apabila terjadi secara terus menerus maka mesin akan cenderung lebih panas. Warna hitam juga terlihat, menandakan adanya endapan karbon pada elektroda busi. Proses pembakaran yang kurang sempurna dapat meninggalkan sisa-sisa karbon pada ruang bakar. Sedangkan jika melihat keempat busi pada gambar 4.8, maka akan terlihat busi dengan warna elektroda yang kecoklatan. Warna coklat pada elektroda busi menandakan bahwa proses pembakaran yang terjadi ketika menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen mendekati kesempurnaan. Dengan nilai kalor yang tinggi dan jumlah molekul-molekul hidrogen yang besar, maka pembakaran yang terjadi pada ruang bakar akan mendekati kesempurnaan. Dengan menggunakan hidrogen sebagai campuran bahan bakar, maka proses pembakaran yang terjadi mereduksi jumlah sisa-sisa karbon hasil pembakaran pada ruang bakar, sehingga ruang bakar menjadi lebih bersih.

Pada pengujian ini, data yang diperoleh merupakan hasil perbandingan absorbance (energi yang terserap) masing-masing sample absorbent yang telah mengadsorpsi emisi dari gas buang terhadap kurva masing-masing emisi Carbon Monoksida(CO), Nitrogen oksida (Nox), Hidrocarbon (HC), dan Karbondioksida (CO_2) sehingga besarnya kadar emisi yang terkandung didalam absorbent dapat ditentukan.

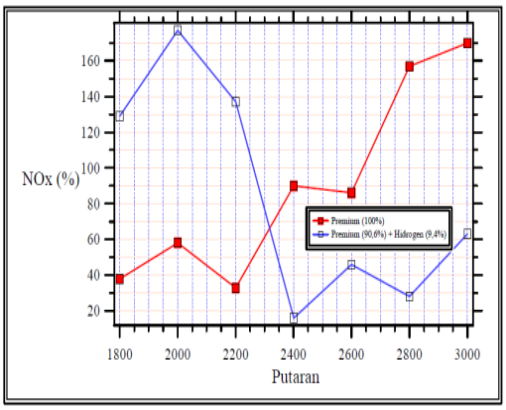
Edisi Cetak Jurnal Dinamis, Januari 2014 (ISSN: 0216-7492)



Gambar 4.9 Grafik Kadar CO vs Putaran mesin untuk beban konstan

Pada pembebanan konstan (10 kg), kadar CO terendah terjadi saat menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen pada putaran mesin 1800 rpm yaitu 0,0%.Sedangkan kadar CO tertinggi terjadi saat menggunakan bahan bakar premium pada putaran mesin 3000 rpm yaitu sebesar 4,01%.

Emisi gas buang carbon monoksida (CO) terjadi akibat kekurangan oksigen sehingga proses pembakaran berlangsung secara tidak sempurna karena banyak atom C (karbon) yang tidak mendapatkan cukup oksigen. Akibatnya membentuk gas CO (karbon monoksida). Penggunaan hidrogen sebagai campuran bahan bakar premium dapat mengurangi kadar gas CO. Gas Hidrogen yang dihasilkan memiliki melekul HHO dalam susunan melekulnya. Oksigen yang terdapat didalam melekul HHO tersebut membantu penyempurnaan pembakaran antara campuran udara-bahan bakar di dalam silinder, serta gas hidrogen tersebut memilki rentang keterbakaran (*flammability)* yang panjang bila dibandingkan dengan premium.

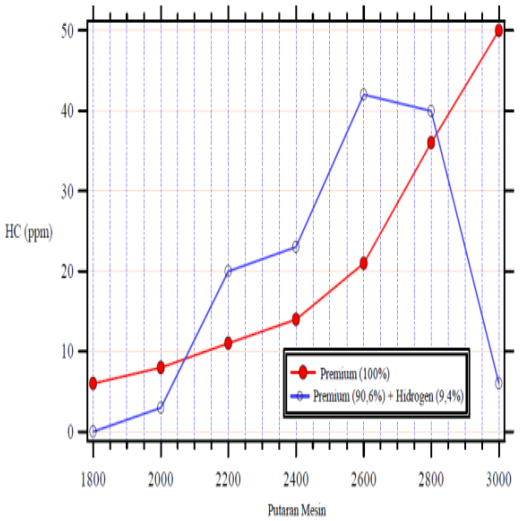


Gambar 4.10 Grafik Kadar NO_x vs Putaran mesin untuk beban konstan

Pada pembebanan konstan (10 kg), kadar NO_x terendah terjadi saat menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen pada putaran mesin 2400 rpm yaitu sebesar 16mg/m^3. Sedangkan kadar NO_x tertinggi juga terjadi saat menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen pada putaran mesin 2000 rpm yaitu sebesar 177 mg/m^3.

NO_x terbentuk karena tingginya temperatur pembakaran bahan bakar udara di dalam silinder. Semakin tinggi temperatur pembakaran, maka semakin bertambah kadar NO_x yang terbentuk.

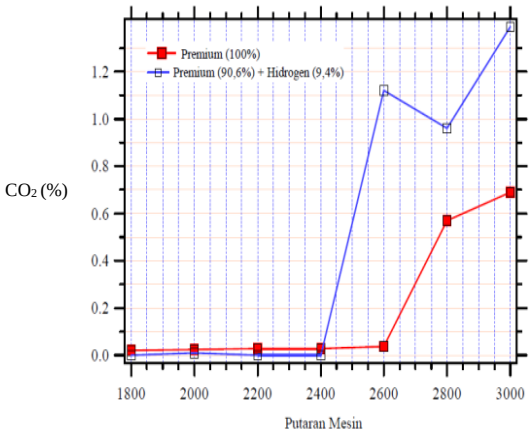
Edisi Cetak Jurnal Dinamis, Januari 2014 (ISSN: 0216-7492)



Gambar 4.11 Grafik Kadar HCvsputaran mesin pada beban konstan

Pada pembebanan konstan (10 kg), kadar HC terendah terjadi saat menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen pada putaran mesin 1800 rpm yaitu sebesar 0 ppm. Sedangkan kadar HC tertinggi terjadi saat menggunakan bahan bakar premium pada putaran mesin 3000 rpm yaitu sebesar 50 ppm.

Jumlah emisi kadar Hidrokarbon yang lebih besar terjadi pada penggunaan premium dibandingkan pada penggunaan campuran bahan bakar premium dan hidrogen. Itu terjadi karena premium mempunyai senyawa berat yang jumlah ikatan rantai karbon yang lebih panjang jika dibandingkan dengan hidrogen. Hal ini juga disebabkan karena pembakaran yang tidak sempurna didalam silinder. Hidrogen yang memiliki nilai kalor yang lebih tinggi membuat pembakaran bahan bakar semakin sempurna.



Gambar 4.12 Grafik Kadar CO_2vsputaran mesin pada beban konstan

Pada pembebanan konstan (10 kg), kadar CO_2 terendah terjadi saat menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen pada putaran mesin 1800 rpm yaitu sebesar 0 %. Sedangkan kadar CO_2 tertinggi juga terjadi saat menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen pada putaran mesin 3000 rpm yaitu sebesar 1,39 %. Karbon dan oksigen bergabung membentuk senyawa karbon monoksida sebagai hasil pembakaran yang tidak sempurna dan karbondioksida sebagai hasil pembakaran sempurna.

Bila campuran bahan bakar udara sempurna (stoikimetris), maka akan dihasilkan senyawa CO_2. Pengujian dengan menggunkan campuran bahan bakar premium dan hidrogen menghasilkan peningkatan kadar karbondioksida. Kadar karbondioksida yang meningkat menandakan bahwa

Edisi Cetak Jurnal Dinamis, Januari 2014 (ISSN: 0216-7492)

hidrogen sebagai campuran bahan bakar memberikan peningkatan energi pembakaran, sehingga pembakaran yang terjadi dapat menghasilkan karbondioksida dalam jumlah yang meningkat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pengujian performansi mesin otto dan pengujian emisi gas buang, diperoleh kesimpulan bahwa pembakaran yang terjadi saat menggunakan campuran bahan bakar premium dan hidrogen dapat mengurangi kadar karbon yang tidak terbakar. Itu ditunjukkan secara visual pada elektroda busi yang terlihat jelas. Pembakaran yang terjadi mendekati kesempurnaan dikarenakan energi pembakaran hidrogen yang tinggi.

Penggunaan hidrogen sebagai campuran bahan bakar pada pengujian ini memberikan peningkatan pada torsi dan daya sebesar 2,05 %. Peningkatan torsi dan daya disebabkan oleh peningkatan putaran mesin. Semakin tinggi putaran mesin, maka torsi dan daya yang merupakan fugsi dari putaran mesin juga mengalami peningkatan. eningkatan efisiensi volumetris juga terjadi saat peggunaan hidrogen sebagai campuran bahan bakar yaitu sebesar 3,69 %. Peningkatan efisiensi volumetris terjadi karena peningkatan laju udara yang masuk ke dalam ruang bakar. Laju udara yang dihasilkan dengan penggunaan hidrogen sebagai campuran bahan bakar lebih tinggi daripada laju udara dengan penggunaan bahan bakar premium murni. enigkatan efisiensi thermal brake juga diakibatkan oleh peningkatan daya brake yang juga merupakan fungsi dari putaran. Daya dan torsi yang dihasilkan dengan penggunaan hidrogen sebagai campuran bahan bakar lebih besar daripada dengan penggunaan bahan bakar premium murni. Efisiensi thermal brake juga dipengaruhi oleh energi pembakaran yang dihasilkan oleh bahan bakar. Hidrogen memiliki energi pembakaran yang tinggi sehingga dapat meningkatkan efisiensi thermal brake hingga 38,54%. Dengan peningkatan ini, mesin dapat beroperasi secara optimal dan memberikan penghematan bahan bakar dalam performansi mesin.

Kadar emisi gas buang berbahaya mengalami penurunan. Pada pengujian emisi gas buang untuk kadar hidrokarbon, penurunan emisi gas buang mencapai 4,28%. Penurunan emisi gas buang juga terjadi pada pengujian untuk kadar nitrogenoksida sebesar 2,94%. Untuk pengujian emisi gas buang untuk kadar karbonmonoksida mengalami penurunan hingga mencapai 59,93 %. Sedangkan dalam pengujian emisi gas buang untuk kadar karbondioksida, emisi gas buang mengalami peningkatan hingga 42,7 %. Dari hasil penelitian ini, dapat dinyatakan bahwa penggunaan hidrogen sebagai campuran bahan bakar premium dapat menigkatkan energi pembakaran pada proses pembakaran dalam ruang bakar, sehingga hasilnya emisi gas buang yang berbahaya atau merugikan dapat direduksi dalam hal kuantitas. Untuk pengujian performansi emisi gas buang dan pengujian emisi gas buang dengan campuran bahan bakar premium dan hidrogen diharapkan dapat dilakukan dengan lebih spesifik, seperti penggunaan perbedaan persentase campuran premium dan hidrogen serta penggunaan variasi beban pada pengujiannya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] http://www.tempo.co/topik/masalah/144/Harga-Minyak-Dunia diakses pada tanggal 2 agustus 2013.
[2] Pulkrabek W.1997. Engineering Fundamentals of The Internal Combustion Engine. New Jersey : Prentice Hall.
[3] Heywood B. 1988. Internal Combustion Engine Fundamentals. New York : McGraw-Hill.