

PENGARUH VARIASI TINGKAT PANAS BUSI TERHADAP PERFORMA MESIN DAN EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR 4 TAK

Indrawan Nurdianto

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: indrawan.nurdianto@gmail.com

Aris Ansori

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: aris_ansori30@yahoo.com

Abstrak

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) menyebabkan semakin majunya pengetahuan di bidang teknologi khususnya di dunia otomotif. Salah satu usaha yang dilakukan untuk meningkatkan performa mesin kendaraan bermotor yaitu dengan memperbaiki dan mengoptimalkan sistem pengapian untuk menyempurnakan kualitas pembakaran dalam suatu kinerja mesin salah satunya dengan menggunakan busi dengan kualitas yang lebih baik. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman untuk mengetahui pengaruh variasi tingkat panas busi terhadap performa mesin dan emisi gas buang sepeda motor 4 tak. Metode dalam penelitian ini menggunakan eksperimen untuk mengetahui pengaruh variasi tingkat panas busi terhadap torsi (T), daya (Ne), dan konsumsi bahan bakar (f_c) serta emisi karbonmonoksida (CO), konsentrasi karbondioksida (CO₂), emisi hidrokarbon (HC), dan konsentrasi oksigen (O₂) pada sepeda motor Honda New Supra Fit tahun 2006 dengan kapasitas mesin 100 cc. Selanjutnya untuk pengukuran performa mesin berdasarkan SAE J1349 dan untuk emisi gas buang berdasarkan SNI 19-7118.3-2005. Hasil penelitian menunjukkan bahwa torsi maksimal dihasilkan dengan menggunakan busi NGK C7HSA sebesar 0,86 kgf.m, daya maksimal dihasilkan dengan menggunakan busi NGK C7HSA sebesar 8,11 PS, konsumsi bahan bakar terbaik menggunakan busi NGK C7HSA dapat menurunkan konsumsi bahan bakar sebesar 11,20 %, sedangkan emisi gas buang menggunakan busi NGK C7HSA menghasilkan presentase peningkatan emisi karbonmonoksida (CO) sebesar 11,17 %, penurunan konsentrasi karbondioksida (CO₂) sebesar -4,33 %, penurunan kadar emisi hidrokarbon (HC) sebesar -12,88 %, dan peningkatan konsentrasi oksigen (O₂) sebesar 24,85 %.

Kata kunci: Performa mesin, emisi gas buang, busi

Abstract

Developments in science and technology (Science) causes the rapid advancement of knowledge in the field of technology, especially in the automotive world. One of the efforts made to improve the performance of the engine is to improve and optimize the ignition system to enhance the quality of combustion in an engine's performance one using plugs with better quality. Therefore, the necessary understanding to determine the influence of variations in the level of heat spark plug against the engine performance and exhaust emissions 4 stroke motorcycle. The method used in this study to determine the effect of variations in experimental heat level plugs to torque (T), power (Ne), and fuel consumption (f_c) and emissions of carbon monoxide (CO), concentration of carbondioxide (CO₂), emissions of hydrocarbons (HC), and the concentration oxygen (O₂) at Honda New Supra Fit in 2006 with an engine capacity of 100 cc. Furthermore, for the measurement of engine performance based on SAE J1349 and for exhaust emissions by SNI 19-7118.3-2005. The results showed that the maximum torque is generated using NGK spark plugs C7HSA of 0.86 kgf.m, maximum power generated using NGK spark plugs C7HSA of 8.11 PS, fuel consumption C7HSA best use NGK spark plug can reduce fuel consumption by 11, 20%, while the exhaust emissions using NGK spark plugs C7HSA produces a percentage increase in emissions of carbon monoxide (CO) of 11.17%, a decrease in the concentration of carbon dioxide (CO₂) amounted to -4.33%, decreased levels of hydrocarbon emissions (HC) of -12.88 %, and an increase in the concentration of oxygen (O₂) amounted to 24.85%.

Keywords: engine performance, emissions, spark plugs

PENDAHULUAN

Pada masa sekarang ini semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dan seiring dengan terjadinya era globalisasi membawa perubahan besar terhadap kehidupan manusia dan juga menyebabkan semakin majunya pengetahuan di bidang

teknologi khususnya di dunia otomotif. Hal ini menyebabkan para ahli di bidang teknologi khususnya di dunia otomotif berlomba-lomba untuk menciptakan mesin yang memiliki performa yang tinggi. Namun kenyataannya sampai saat ini prinsip kerja mesin yang sering digunakan masih tetap yaitu mesin 2 tak dan

mesin 4 tak sehingga menyebabkan pengembangan yang dilakukan oleh para ahli di bidang otomotif hanya pengembangan terhadap material dan pemodifikasian terhadap komponen-komponen dari mesin itu sendiri.

Besar kecilnya percikan bunga api busi, waktu pengapian (*time spark*), dan campuran udara dan bahan bakar sangat menentukan kualitas pengapian dan juga pembakaran yang dihasilkan sehingga pengapian dan pembakaran yang optimal perlu didukung pula oleh kualitas bahan dan komponen yang digunakan serta waktu pengapian yang tepat pada saat terjadinya proses pembakaran. Kualitas pengapian yang optimal akan berdampak pada semakin meningkatnya performa mesin pada kendaraan bermotor.

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

- Performa mesin sepeda motor 4 tak yang kurang optimal dengan menggunakan busi standar sehingga perlu pemvariasian busi dengan membandingkan beberapa macam tingkat panas busi untuk meningkatkan performa mesin dan mengetahui emisi gas buang terbaik pada sepeda motor 4 tak.
- Tersedianya berbagai macam busi yang ada di pasaran sehingga perlu untuk mengetahui busi yang paling baik digunakan pada sepeda motor 4 tak dengan cara mengukur performa mesin dan emisi gas buang sepeda motor 4 tak.

Agar materi penelitian tidak terlalu meluas dan menyimpang dari permasalahan yang diteliti, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

- Kendaraan bermotor yang digunakan sebagai objek penelitian ini adalah Honda New Supra Fit tahun 2006 dengan kapasitas mesin 100 cc.
- Variasi yang dilakukan yaitu 2 macam merk busi dengan tingkat panas busi yang berbeda yaitu: Busi merk Denso dengan kode U16FS-U (busi panas) dan U22FS-U (busi sedang). Busi merk NGK dengan kode C6HSA (busi panas) dan C7HSA (busi sedang).
- Celah kerenggangan elektroda busi yang digunakan adalah standar (0,8 mm).
- Jenis bahan bakar yang digunakan adalah premium dengan angka oktan 88.
- Parameter pengujian performa mesin meliputi torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar.
- Parameter pengujian emisi gas buang meliputi emisi CO dan HC.
- Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali (3 run), setelah itu di rata-rata untuk mendapatkan hasil pengujian yang valid.

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

- Bagaimanakah pengaruh variasi tingkat panas busi terhadap torsi (T), daya (Ne), dan konsumsi bahan bakar (*fc*) pada sepeda motor Honda New Supra Fit tahun 2006 dengan kapasitas mesin 100 cc ?
- Bagaimanakah pengaruh variasi tingkat panas busi terhadap emisi gas buang pada sepeda motor Honda New Supra Fit tahun 2006 dengan kapasitas mesin 100 cc ?

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

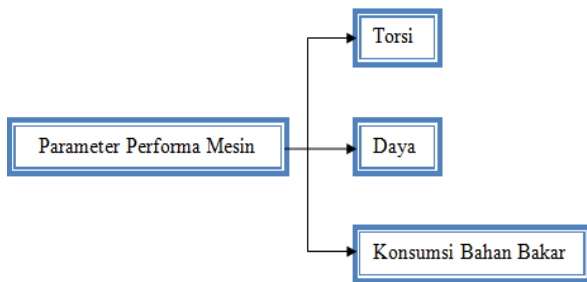
- Untuk mengetahui pengaruh variasi tingkat panas busi terhadap torsi (T), daya (Ne), dan konsumsi bahan bakar (*fc*) pada sepeda motor Honda New Supra Fit tahun 2006 dengan kapasitas mesin 100 cc.
- Untuk mengetahui pengaruh variasi tingkat panas busi terhadap emisi gas buang pada sepeda motor Honda New Supra Fit tahun 2006 dengan kapasitas mesin 100 cc.

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Bagi Lembaga
Menambah perbendaharaan perpustakaan yang nantinya dapat menjadi referensi untuk pengembangan ilmu maupun penelitian lanjutan yang akan dilakukan oleh mahasiswa di masa yang akan datang.
Menambah pengetahuan terhadap perkembangan teknologi di dunia otomotif terutama tentang busi.
- Bagi Peneliti
Memperoleh pengetahuan tentang teknologi otomotif terutama pada pengaruh variasi tingkat panas busi terhadap performa mesin dan emisi gas buang sepeda motor 4 tak.
- Bagi Industri
Memberikan alternatif solusi dalam rangka meningkatkan performa mesin dan mengetahui emisi gas buang terbaik sepeda motor 4 tak dengan memvariasikan beberapa macam tingkat panas busi.
- Bagi Pemilik Sepeda Motor
Memberikan wawasan dan informasi terhadap pemilik kendaraan sepeda motor Honda New Supra Fit tahun 2006 tentang pengaruh variasi tingkat panas busi terhadap performa mesin dan emisi gas buang sepeda motor 4 tak.

Parameter Performa Mesin dan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor

Menganalisa performa mesin berfungsi untuk mengetahui torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar dari mesin tersebut. Parameter performa mesin dapat dilihat dari berbagai hal diantara yang terdapat dalam diagram sebagai berikut:



Gambar 1. Parameter Performa Mesin

Torsi

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat *dynamometer*, secara teori dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$T = F \cdot b \quad (\text{Toyota Astra Motor, 1995:1-8}) \quad (1)$$

Keterangan:

T = Torsi (kgf.m)

F = Gaya yang diterima pada dynamometer (kgf)

b = Panjang lengan dynamometer (m)

1 kgf.m = 9,807 N.m = 7,233 lbf.ft.

Daya

Daya poros dapat dirumuskan sebagai berikut:

Dalam satuan PS:

$$Ne = \frac{\pi \cdot n}{30} \times T \times \frac{1}{75} (\text{PS}) \quad (\text{Arismunandar, 2005:32}) \quad (2)$$

$$Ne = \frac{T \cdot n}{716,2} (\text{PS})$$

Keterangan:

Ne = Daya poros (PS)

T = Torsi (kg.m)

n = Putaran mesin (rpm)

1 PS = 0,9863 hp

1 PS = 0,7355 kW

Konsumsi Bahan Bakar (f_c)

Secara sistematis konsumsi bahan bakar dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$f_c = \frac{mf}{t} \quad (\text{Warju, 2005:70}) \quad (3)$$

Keterangan:

f_c : Konsumsi bahan bakar

mf : Massa bahan bakar (ml)

t : waktu yang digunakan (s)

Lambda (λ)

Perhitungan lambda dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah udara aktual}}{\text{Jumlah kebutuhan udara teori stoichiometri}} \quad (4)$$

$$\lambda = \frac{14,7}{14,7:1} \quad (\text{Heisler, 1955:703})$$

Dimana:

- $\lambda = 1$ berarti campuran ideal
- $\lambda > 1$ berarti campuran kurus (lebih banyak udara)
- $\lambda < 1$ berarti campuran kaya (kekurangan udara)

METODE

Jenis Penelitian

Metode dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk menyelidiki pengaruh suatu variabel terhadap variabel yang lain dan bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi tingkat panas busi terhadap performa mesin dan emisi gas buang sepeda motor 4 tak.

Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini menggunakan mesin sepeda motor Honda New Supra Fit tahun perakitan 2006 dengan kapasitas mesin 100 cc yang masih standar sesuai spesifikasinya dengan menggunakan bahan bakar premium.

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas (*Stimulus variable*)

Variabel ini disebut variabel pengaruh, sebab berfungsi mempengaruhi variabel lain (Narbuko dan Achmadi, 2005:119). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi tingkat panas busi dengan menggunakan busi merk Denso dengan kode busi U16FS-U, U22FS-U dan merk NGK dengan kode busi C6HSA, C7HSA.

- Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel ini dipengaruhi oleh variabel lain, karenanya juga disebut variabel yang dipengaruhi atau variabel terpengaruh (Narbuko dan Achmadi, 2005:119). Variabel terikat ini adalah performa mesin: torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang: CO dan HC.

- Variabel kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang membatasi (sebagai kendali) atau mewarnai variabel moderator. Dimana variabel moderator itu sendiri merupakan variabel yang karena fungsinya ikut mempengaruhi variabel tergantung serta memperjelas hubungan bebas dengan variabel tergantung (Narbuko dan Achmadi 2005:120). Variabel kontrol disebut pembanding hasil penelitian eksperimen yang dilakukan. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

- Putaran mesin 1000 – 9000 rpm
- Temperatur oli mesin saat pengujian 60°C sampai 70°C (temperatur kerja mesin).
- Celah busi dalam kondisi standar (0,8 mm).
- Temperatur udara sekitar 20-35°C.
- Kelembaban udara (*humidity*) sekitar 60-70%.

Waktu dan Tempat Penelitian

- Waktu

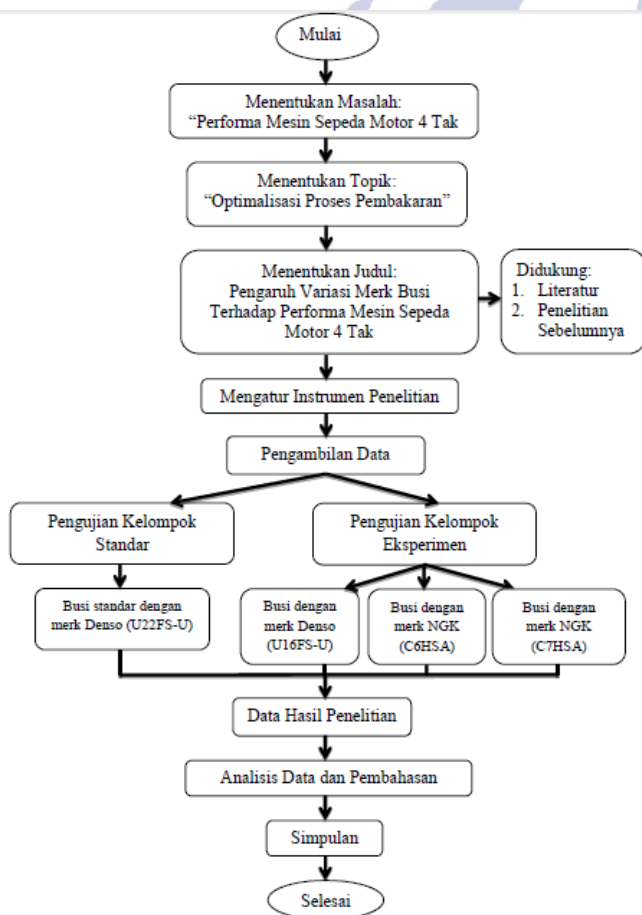
Penelitian dilakukan sejak judul penelitian disetujui oleh dosen pembimbing sampai menghasilkan analisis data.

- Tempat
Penelitian eksperimen dilakukan di Laboratorium Pengujian Performa Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unesa.

Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini diperoleh dengan cara melakukan eksperimen melalui pengujian terhadap objek yang akan diteliti dan mencatat data-data yang diperlukan.

Rancangan penelitian



Gambar 2. Skema Flow Chart Penelitian

Metode Pengujian

Metode pengujian dilakukan dengan mengacu pada standar pengujian yang ditentukan di negara Indonesia dan internasional, yaitu:

- Pengukuran performa mesin berdasarkan SAE J1349, tentang *Engine Power Test Code – Spark Ignition and Compression Ignition – Net Power Rating*.

- Pengukuran emisi gas buang berdasarkan SNI 19-7118.3-2005 tentang pengujian emisi kendaraan kategori L.

Teknik Analisis Data

Analisis data menggunakan metode statistika deskriptif. Statistika deskriptif adalah fase statistika dimana hanya berusaha melukiskan dan menganalisis kelompok yang diberikan tanpa membuat atau menarik kesimpulan tentang populasi atau kelompok yang lebih besar (Sudjana 2005:7)..

HASIL DAN PEMBAHASAN

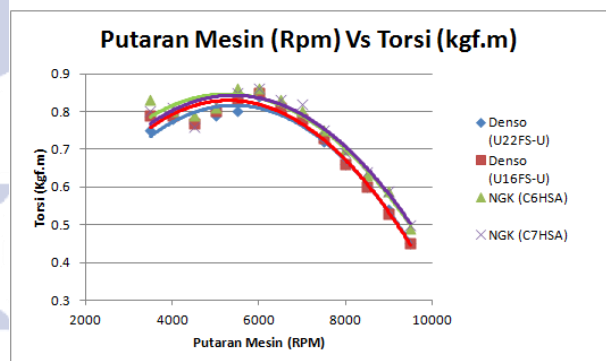
Torsi

Untuk mengetahui sejauh mana persentase torsi dengan menggunakan variasi tingkat panas busi. Berikut hasil perhitungan persentase torsi dengan penggunaan beberapa macam jenis busi.

Tabel 1. Data Persentase Torsi

Putaran (rpm)	Torsi (T) kgf.m				Persentase Torsi (T)		
	Kelompok Standar Denso (U22FS-U)	Kelompok Eksperimen				Kelompok Eksperimen	
		Denso (U16FS-U)	NGK (C6HSA)	NGK (C7HSA)	Denso (U16FS-U)	NGK (C6HSA)	NGK (C7HSA)
3500	0,75	0,79	0,83	0,80	5,33	10,67	6,67
4000	0,78	0,79	0,80	0,81	1,28	2,56	3,85
4500	0,77	0,77	0,79	0,76	0,00	2,60	-1,30
5000	0,79	0,80	0,81	0,82	1,27	2,53	3,80
5500	0,80	0,83	0,86	0,85	3,75	7,50	6,25
6000	0,84	0,85	0,86	0,86	1,19	2,38	2,38
6500	0,80	0,81	0,83	0,83	1,25	3,75	3,75
7000	0,78	0,78	0,80	0,82	0,00	2,56	5,13
7500	0,72	0,73	0,75	0,75	1,39	4,17	4,17
8000	0,66	0,66	0,70	0,69	0,00	6,06	4,55
8500	0,60	0,60	0,63	0,64	0,00	5,00	6,67
9000	0,54	0,53	0,59	0,59	-1,85	9,26	9,26
9500	0,45	0,45	0,49	0,50	0,00	8,89	11,11
Rata-Rata					1,05	5,23	5,10

Dari data pada tabel 1 di atas, apabila dibentuk dalam grafik akan nampak seperti terlihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 3. Hubungan Putaran Mesin dengan Peningkatan Torsi dengan Penggunaan Variasi Tingkat Panas Busi

Persentase peningkatan torsi meningkat dari ketiga variasi busi didapatkan dengan penggunaan busi

NGK C7HSA dengan persentase peningkatan torsi sebesar 5,10 %. Sementara penggunaan busi Denso U16FS-U dan NGK C6HSA dapat meningkatkan torsi rata – rata masing – masing sebesar 1,05 % dan 5,23 %. Busi NGK C7HSA merupakan tipe busi sedang yang memiliki kemampuan menyimpan dan melepas panas yang relatif lebih seimbang. Selain itu busi sedang mempunyai insulator bagian bawah yang lebih pendek daripada busi panas maka luas permukaan yang berhubungan dengan api lebih kecil atau sedang, rute penyebaran panas lebih pendek, dan *self-cleaning temperature* dapat dicapai lebih cepat dan juga busi sedang merupakan busi ideal yang mempunyai karakteristik dapat beradaptasi terhadap semua kondisi operasional mesin mulai dari kecepatan rendah sampai kecepatan tinggi.

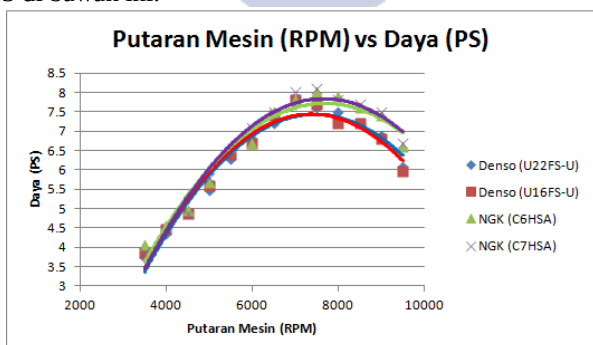
Daya

Untuk mengetahui sejauh mana persentase daya dengan menggunakan variasi tingkat panas busi. Berikut hasil perhitungan persentase daya dengan penggunaan beberapa macam jenis busi.

Tabel 2. Data Persentase Daya

Putaran (rpm)	Daya (Ne) PS				Persentase Daya (Ne)		
	Kelompok Standar	Kelompok Eksperimen			Kelompok Eksperimen		
	Denso (U22FS-U)	Denso (U16FS-U)	NGK (C6HSA)	NGK (C7HSA)	Denso (U16FS-U)	NGK (C6HSA)	NGK (C7HSA)
3500	3,75	3,85	4,07	3,85	2,67	8,53	2,67
4000	4,36	4,46	4,56	4,46	2,29	4,59	2,29
4500	4,87	4,87	4,97	4,87	0,00	2,05	0,00
5000	5,48	5,58	5,68	5,78	1,82	3,65	5,47
5500	6,29	6,39	6,59	6,49	1,59	4,77	3,18
6000	6,79	6,70	6,70	7,10	-1,33	-1,33	4,57
6500	7,20	7,40	7,50	7,50	2,78	4,17	4,17
7000	7,71	7,81	7,81	8,01	1,30	1,30	3,89
7500	7,61	7,71	8,01	8,11	1,31	5,26	6,57
8000	7,50	7,20	7,91	7,81	-4,00	5,47	4,13
8500	7,20	7,20	7,61	7,71	0,00	5,69	7,08
9000	6,90	6,79	7,40	7,50	-1,59	7,25	8,70
9500	6,08	5,98	6,59	6,69	-1,64	8,39	10,03
Rata-Rata					0,40	4,60	4,83

Dari data pada tabel 2 di atas, apabila dibentuk dalam grafik akan nampak seperti terlihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 4. Hubungan Putaran Mesin dengan Peningkatan Daya dengan Penggunaan Variasi Tingkat Panas Busi

Peningkatan torsi yang terjadi setelah penggunaan variasi busi juga akan berpengaruh pada daya mesin karena dengan peningkatan torsi, secara otomatis daya mesin juga akan meningkat. Peningkatan daya terbesar didapatkan dengan penggunaan variasi busi sedang tipe NGK C7HSA yang menghasilkan peningkatan daya maksimal sebesar 8,11 PS sedangkan busi sedang tipe Denso U22FS-U hanya menghasilkan daya maksimal sebesar 7,71 PS. Sementara busi Denso panas tipe U16FS-U menghasilkan daya maksimal sebesar 7,81 PS dan busi panas tipe NGK C6HSA menghasilkan daya maksimal sebesar 8,01 PS.

Penggunaan variasi busi NGK dan Denso rata–rata meningkatkan persentase daya yang dicapai oleh mesin. Penggunaan busi NGK C7HSA, NGK C6HSA dan busi Denso U16FS–U dapat meningkatkan persentase daya masing–masing sebesar 4,83 %, 4,60 %, dan 0,40 %. Peningkatan daya terbesar didapatkan pada penggunaan busi NGK C7HSA dengan peningkatan rata–rata sebesar 4,83 %. Hal tersebut didukung dengan peningkatan torsi maksimal mesin yang terjadi juga dengan penggunaan busi tipe ini. Peningkatan terendah terjadi dengan penggunaan busi Denso U16FS–U yang hanya sedikit berpengaruh pada peningkatan daya sebesar 0,40 %.

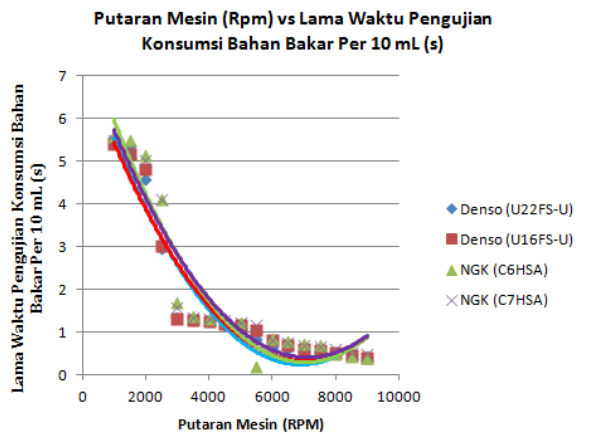
Konsumsi Bahan Bakar

Untuk mengetahui sejauh mana persentase lamanya waktu pengujian konsumsi bahan bakar (*fc*) per 10 mL dengan menggunakan variasi tingkat panas busi. Berikut hasil perhitungan persentase lamanya waktu pengujian konsumsi bahan bakar (*fc*) per 10 mL dengan penggunaan beberapa macam jenis busi.

Tabel 3. Data Persentase Lamanya Waktu Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Per 10 mL

Putaran (rpm)	Lama Pembakaran Bahan Bakar (s)				Persentase Lama Pembakaran Bahan Bakar (s)		
	Kelompok Standar	Kelompok Eksperimen			Kelompok Eksperimen		
	Denso (U22FS-U)	Denso (U16FS-U)	NGK (C6HSA)	NGK (C7HSA)	Denso (U16FS-U)	NGK (C6HSA)	NGK (C7HSA)
1000	5,54	5,4	5,59	5,5	-2,59	3,52	1,85
1500	5,38	5,16	5,5	5,23	-4,26	6,59	1,36
2000	4,59	4,82	5,15	5,01	4,77	6,85	3,94
2500	2,95	3,02	4,1	4,12	2,32	35,76	36,42
3000	1,35	1,3	1,7	1,58	-3,85	30,77	21,54
3500	1,28	1,28	1,36	1,34	0,00	6,25	4,69
4000	1,25	1,26	1,31	1,3	0,79	3,97	3,17
4500	1,15	1,2	1,29	1,28	4,17	7,50	6,67
5000	1,04	1,15	1,22	1,21	9,57	6,09	5,22
5500	0,83	1,05	0,19	1,17	20,95	-81,90	11,43
6000	0,63	0,8	0,85	0,82	21,25	6,25	2,50
6500	0,6	0,68	0,78	0,75	11,76	14,71	10,29
7000	0,55	0,6	0,73	0,7	8,33	21,67	16,67
7500	0,52	0,56	0,69	0,66	7,14	23,21	17,86
8000	0,5	0,52	0,48	0,59	3,85	-7,69	13,46
8500	0,48	0,45	0,43	0,51	-6,67	-4,44	13,33
9000	0,41	0,4	0,4	0,48	-2,50	0,00	20,00
Rata-Rata					4,41	4,65	11,20

Dari data pada tabel 3 di atas, apabila dibentuk dalam grafik akan nampak seperti terlihat pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 5. Hubungan Putaran Mesin dengan Peningkatan Lamanya Waktu Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Per 10 ML dengan Penggunaan Variasi Tingkat Panas Busi

Pada tabel di atas ditunjukkan bahwa penggunaan variasi busi juga mempengaruhi dalam proses pembakaran yang akan membuat perbandingan lamanya waktu pengujian konsumsi bahan bakar per 10 mL. Penggunaan busi NGK C7HSA tipe sedang berhasil menurunkan persentase lama pembakaran bahan bakar (s) rata - rata sebesar 11,20 %. Penggunaan busi NGK C6HSA sendiri berhasil menurunkan lama pembakaran bahan bakar (s) rata – rata sebesar 4,65 %. Penggunaan busi Denso dengan tipe panas (U16FS-U) juga mengakibatkan penurunan lamanya pembakaran bahan bakar (s) yang relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan penggunaan busi tipe sedang (NGK C7HSA) yaitu sebesar 4,41 %. Selain dari kondisi panas busi, bentuk ujung elektroda bagian dalam yang berbentuk U menyebabkan percikan yang kurang merata pada ujung elektroda busi.

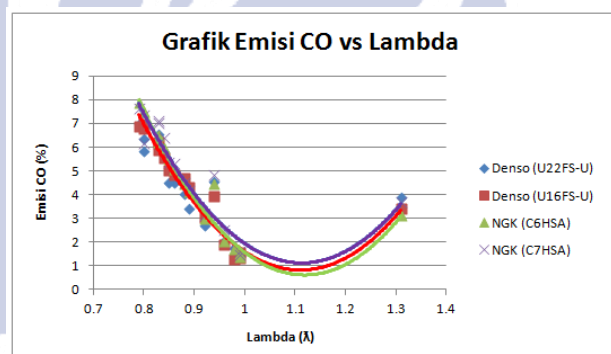
Karbon Monoksida (CO)

Untuk mengetahui sejauh mana persentase emisi karbon monoksida (CO) dengan menggunakan variasi tingkat panas busi. Berikut hasil perhitungan persentase emisi karbon monoksida (CO) dengan penggunaan beberapa macam jenis busi.

Tabel 4. Persentase Kadar Emisi CO terhadap λ

Putaran (rpm)	Kelompok Standar		Kelompok Eksperimen Emisi CO						Persentase Kadar Emisi CO (%)		
	λ	Denso (U22FS-U)	λ	Denso (U16FS-U)	λ	NGK (C6HSA)	λ	NGK (C7HSA)	Denso (U16FS-U)	NGK (C6HSA)	NGK (C7HSA)
1000	1,19	3,88	1,21	3,43	1,31	3,12	1,21	3,7	-11,60	-19,39	-4,64
1500	1,03	4,55	1,17	3,94	0,94	4,44	0,92	4,84	-13,41	-2,42	6,37
2000	0,84	6,56	0,92	5,89	0,83	6,5	0,82	7,12	-10,21	-0,91	8,54
2500	0,84	5,85	0,88	6,97	0,8	7,48	0,83	6,15	19,15	27,86	5,13
3000	0,81	6,96	0,88	6,85	0,79	7,87	0,8	7,62	-1,58	13,07	9,48
3500	0,83	6,34	0,84	6,8	0,8	7,5	0,8	7,35	7,26	18,30	15,93
4000	0,84	5,91	0,86	6,19	0,83	6,22	0,81	7,02	4,74	5,35	18,78
4500	0,84	5,77	0,88	5,33	0,84	5,97	0,83	6,39	-4,18	3,47	10,75
5000	0,87	4,48	0,9	4,83	0,86	5,08	0,86	5,31	7,81	13,39	18,53
5500	0,88	4,48	0,89	5,02	0,85	5,49	0,86	5,36	12,03	22,54	19,64
6000	0,89	4,04	0,89	4,69	0,88	4,46	0,88	4,5	16,09	10,40	11,39
6500	0,91	3,42	0,9	4,31	0,89	4,11	0,89	4,16	26,02	20,18	21,64
7000	0,94	2,72	0,93	3,01	0,92	3	0,94	3,11	10,66	10,29	14,34
7500	0,96	2,04	0,97	1,89	0,96	2,03	0,94	2,52	-7,35	-0,49	23,53
8000	0,98	1,62	0,98	1,57	0,99	1,51	0,99	1,6	-3,09	6,79	-1,23
8500	0,99	1,44	1	1,32	0,99	1,37	0,99	1,47	-8,33	4,86	2,08
9000	0,98	1,77	1	1,3	0,98	1,72	0,97	1,84	-26,35	2,82	9,60
Rata - rata									1,03	7,99	11,17

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa konsentrasi karbon monoksida (CO) mengalami peningkatan ketika menggunakan busi dengan beberapa variasi pada saat terjadi peningkatan putaran mesin. Apabila dibentuk dalam grafik akan nampak seperti terlihat pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 6. Hubungan (λ) Dengan Emisi CO dengan Penggunaan Variasi Tingkat Panas Busi

Persentase peningkatan emisi CO terbesar didapatkan dengan penggunaan busi NGK C7HSA dengan peningkatan emisi CO rata-rata sebesar 11,17 %. Peningkatan emisi CO tersebut didapatkan pada saat putaran mesin mulai meningkat dari posisi idle. Ketika suhu pembakaran pada busi belum mencapai suhu optimal dapat diasumsikan bahwa emisi CO akan meningkat mengikuti suhu kerja mesin sampai suhu pembakaran busi telah mencapai suhu yang optimal. Ketika panas yang berlebihan terjadi pada mesin, panas akan akan susah untuk dilepaskan ke udara sehingga suhu kerja mesin akan sulit untuk stabil pada setiap kondisinya.

Emisi CO sendiri timbul akibat pembakaran yang kurang sempurna karena kurangnya udara ataupun kelebihan bahan bakar pada saat pembakaran. Penggunaan busi NGK C7HSA yang merupakan tipe

busi sedang dapat menyebabkan emisi CO meningkat pada saat putaran mesin meningkat. Ketika suhu atau temperatur kerja mesin mulai meningkat dari posisi idle maka emisi CO juga akan dapat meningkat. Jika dikaitkan dengan peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2006 maka didapatkan hasil sebagai berikut.

Kendaraan Uji	Metode Pengujian	Ambang Batas Emisi CO (% Vol)	Hasil Pengujian Emisi CO (% Vol)	Keterangan
Standart	Idle	5,5	3,88	Lulus
Variasi 1 (Denso U16FSU)	Idle	5,5	3,43	Lulus
Variasi 2 (NGK C6HSA)	Idle	5,5	3,12	Lulus
Variasi 3 (NGK C7HSA)	Idle	5,5	3,7	Lulus

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa pada posisi idle penggunaan busi variasi di atas dapat menurunkan emisi CO dengan standar telah ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup.

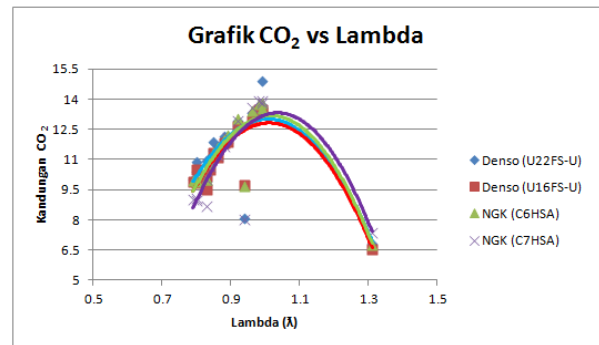
Karbondioksida (CO₂)

Untuk mengetahui sejauh mana persentase konsentrasi karbondioksida (CO₂) dengan menggunakan variasi tingkat panas busi. Berikut hasil perhitungan persentase konsentrasi karbondioksida (CO₂) dengan penggunaan beberapa macam jenis busi.

Tabel 5. Persentase Konsentrasi Gas CO₂ terhadap λ

Putaran (rpm)	Kelompok Standar		Kelompok Eksperimen Konsentrasi CO ₂								Persentase Kadar Konsentrasi CO ₂ (%)		
	λ	Denso (U22FS-U)	λ	Denso (U16FS-U)	λ	NGK (C6HSA)	λ	NGK (C7HSA)	Denso (U16FS-U)	NGK (C6HSA)	NGK (C7HSA)		
1000	1,19	6,8	1,27	6,53	1,31	6,77	1,21	7,34	-3,97	-0,44	7,94		
1500	1,03	8,1	1,17	9,75	0,94	9,87	0,92	8,01	20,37	19,38	-1,11		
2000	0,84	9,9	0,92	9,52	0,83	10,01	0,82	8,86	-3,84	1,11	-12,53		
2500	0,84	10,9	0,88	10,52	0,8	9,93	0,83	8,94	-3,49	-8,90	-17,88		
3000	0,81	10	0,88	9,89	0,79	9,95	0,8	9	-1,10	-0,50	-10,00		
3500	0,83	10,4	0,86	9,82	0,8	9,88	0,81	9,04	-5,58	-5,00	-13,08		
4000	0,84	10,91	0,86	10,15	0,83	10	0,81	10	-6,97	-8,34	-8,34		
4500	0,84	11,12	0,88	10,52	0,84	10,82	0,83	10,65	-5,40	-2,70	-4,23		
5000	0,87	11,63	0,9	11,12	0,86	11,62	0,86	11,2	-4,39	-0,09	-3,70		
5500	0,88	11,89	0,89	11,32	0,85	11,32	0,86	11,23	-4,79	-4,79	-5,55		
6000	0,89	12,16	0,89	11,82	0,88	12,01	0,88	11,65	-2,80	-1,23	-4,19		
6500	0,91	12,15	0,9	11,89	0,89	12,23	0,89	12,09	-2,14	0,66	-0,49		
7000	0,94	12,9	0,93	12,67	0,92	13,01	0,92	12,9	-1,78	0,85	0,00		
7500	0,96	13,33	0,97	12,92	0,96	13,43	0,94	13,6	-3,08	0,75	2,03		
8000	0,98	14,9	0,98	13,45	0,99	13,52	0,99	13,8	-6,73	-6,28	-7,38		
8500	0,99	13,88	1	13,36	0,99	13,79	0,99	13,9	-2,34	0,80	1,61		
9000	0,98	13,45	1	13,45	0,98	13,72	0,97	13,9	0,00	2,01	3,35		
Rata-rata										-2,41	-0,92	-4,33	

Dari data pada tabel 5 di atas, apabila dibentuk dalam grafik akan nampak seperti terlihat pada gambar 6 di bawah ini.



Gambar 7. Hubungan (λ) Dengan Konsentrasi CO₂ dengan Penggunaan Variasi Tingkat Panas Busi

Reduksi emisi CO yang terjadi akibat penggunaan variasi busi juga akan berpengaruh pada naiknya kandungan karbondioksida pada gas buang kendaraan. Sebaliknya, jika emisi CO terjadi peningkatan maka kandungan karbondioksida akan mengalami penurunan. Secara kimiawi, reaksi antara atom oksigen dari udara (O₂) dan atom karbon dari bahan bakar (C₈H₁₈) akan membentuk reaksi baru yang diantaranya menghasilkan karbon dioksida.



Pada reaksi kimia di atas dapat diketahui dengan reaksi yang sempurna maka proses pembakaran akan menghasilkan gas karbondioksida dan uap air yang relatif lebih aman bagi lingkungan jika dibandingkan dengan emisi karbon monoksida. Penurunan persentase kandungan karbondioksida terbesar didapatkan dengan penggunaan busi NGK C7HSA yang dapat menurunkan kandungan CO₂ pada gas buang rata-rata sebesar -4,33%. Sementara variasi lain menghasilkan penurunan karbondioksida yang lebih rendah. Busi NGK C6HSA menghasilkan penurunan kandungan karbondioksida sebesar -0,92 % dan penggunaan busi Denso U16FS-U menurunkan kandungan CO₂ sebesar -2,41 % pada gas buang kendaraan. Hal ini terjadi karena emisi CO yang didapatkan pada ketiga variasi busi mengalami peningkatan sehingga konsentrasi CO₂ mengikuti dengan terjadinya penurunan kadar karbondioksida.

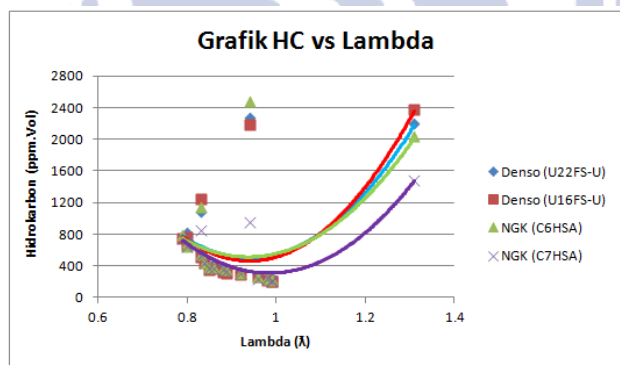
Hidrokarbon (HC)

Untuk mengetahui sejauh mana persentase emisi hidrokarbon (HC) dengan menggunakan variasi tingkat panas busi. Berikut hasil perhitungan persentase emisi hidrokarbon (HC) dengan penggunaan beberapa macam jenis busi.

Tabel 6. Persentase Kadar Emisi HC terhadap λ

Putaran (rpm)	Kelompok Standar		Kelompok Eksperimen Emisi HC						Persentase Kadar Emisi HC (%)		
	λ	Denso (U22FS-U)	λ	Denso (U16FS-U)	λ	NGK (C6HSA)	λ	NGK (C7HSA)	Denso (U16FS-U)	NGK (C6HSA)	NGK (C7HSA)
1000	1,19	2200	1,27	2380	1,31	2040	1,21	1476	8,18	-7,27	-32,91
1500	1,03	2280	1,17	2190	0,94	2480	0,92	959	-3,95	8,77	-57,94
2000	0,84	1085	0,92	1243	0,83	1138	0,82	849	14,56	4,88	-21,75
2500	0,84	818	0,88	758	0,8	707	0,83	712	-7,11	-13,36	-12,75
3000	0,81	763	0,88	743	0,79	784	0,8	752	-2,62	2,75	-1,44
3500	0,83	669	0,86	652	0,8	648	0,81	641	-2,54	-3,14	-4,19
4000	0,84	562	0,86	512	0,83	539	0,81	528	-8,90	-4,09	-6,41
4500	0,84	480	0,88	441	0,84	444	0,83	438	-8,13	-7,50	-8,75
5000	0,87	418	0,9	368	0,86	381	0,86	366	-11,96	-8,85	-12,44
5500	0,88	371	0,89	343	0,85	379	0,86	371	-7,55	2,16	0,00
6000	0,89	379	0,89	327	0,88	362	0,88	346	-13,72	-4,49	-8,71
6500	0,91	362	0,9	313	0,89	346	0,89	338	-13,54	-4,42	-6,63
7000	0,94	323	0,93	285	0,92	302	0,92	309	-11,76	-6,50	-4,33
7500	0,96	273	0,97	255	0,96	257	0,94	234	-6,59	-5,86	-14,29
8000	0,98	244	0,98	209	0,99	229	0,99	219	-14,34	-6,15	-10,25
8500	0,99	232	1	205	0,99	223	0,99	206	-11,64	-5,88	-11,21
9000	0,98	244	1	225	0,98	229	0,97	232	-7,79	-6,15	-4,92
Rata-rata									-6,43	-3,71	-12,88

Dari data pada tabel 6 di atas, apabila dibentuk dalam grafik akan nampak seperti terlihat pada gambar 7 di bawah ini.

Gambar 8. Hubungan (λ) dengan Emisi HC Dengan Penggunaan Variasi Tingkat Panas Busi

Emisi hidrokarbon terjadi akibat pembakaran yang kurang sempurna di dalam ruang bakar. Beberapa faktor penyebab emisi HC diantaranya adalah campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya sehingga bahan bakar tidak sepenuhnya terbakar, lemahnya kompresi yang menyebabkan kurangnya tekanan pembakaran, *timing* dan kualitas pembakaran yang terjadi. Pada putaran idle penggunaan busi standar Denso U22FS-U menghasilkan emisi hidrokarbon sebesar 2200 ppm.Vol. Sementara penggunaan busi variasi NGK C7HSA, NGK C6HSA, dan Denso U16 FS-U menghasilkan hidrokarbon masing-masing sebesar 1476 ppm.Vol, 2040 ppm.Vol, dan 2380 ppm.Vol. Jika dibandingkan dengan standar yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup pada UU N0.5 Tahun 2006 untuk kendaraan tipe L, maka didapatkan hasil sebagai berikut.

Kendaraan Uji	Metode Pengujian	Ambang Batas Emisi HC (% Vol)	Hasil Pengujian Emisi HC (% Vol)	Keterangan
Standart	Idle	2400	2200	Lulus
Variasi 1 (Denso U16FSU)	Idle	2400	2380	Lulus
Variasi 2 (NGK C6HSA)	Idle	2400	2040	Lulus
Variasi 3 (NGK C7HSA)	Idle	2400	1476	Lulus

Secara keseluruhan penggunaan variasi busi dapat menurunkan emisi HC pada gas buang sepeda motor. Rata-rata persentase penurunan emisi HC terbesar didapatkan dengan penggunaan busi NGK C7HSA dengan penurunan emisi HC sebesar -12,88%. Sementara penggunaan busi lain Denso U16FS-U menghasilkan reduksi rata-rata sebesar -6,43 % dan penggunaan busi NGK C6HSA menghasilkan reduksi emisi sebesar -3,71 %. Busi NGK C7HSA merupakan jenis busi sedang dengan kemampuan melepas dan menyimpan panas secara seimbang. Dengan begitu suhu kerja mesin dapat terjaga secara maksimal dan efisien untuk membakar campuran bahan bakar dan udara. Selain itu bentuk elektroda yang lebih luas juga mempengaruhi percikan bunga api yang dihasilkan busi jika dibandingkan dengan busi Denso U16FS-U.

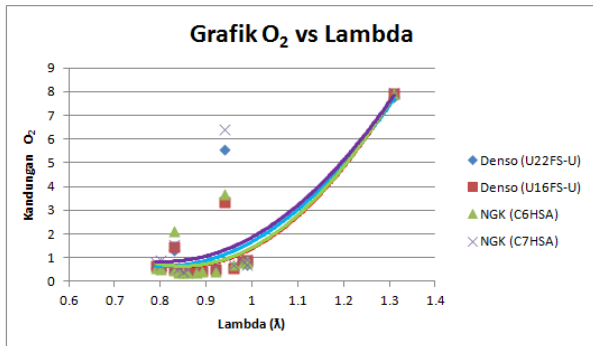
Oksigen (O_2)

Untuk mengetahui sejauh mana persentase konsentrasi oksigen (O_2) dengan menggunakan variasi tingkat panas busi. Berikut hasil perhitungan persentase konsentrasi oksigen (O_2) dengan penggunaan beberapa macam jenis busi.

Tabel 7. Persentase Konsentrasi Gas O_2 terhadap λ

Putaran (rpm)	Kelompok Standar		Kelompok Eksperimen Konsentrasi O_2						Persentase Kadar Konsentrasi O_2 (%)		
	λ	Denso (U22FS-U)	λ	Denso (U16FS-U)	λ	NGK (C6HSA)	λ	NGK (C7HSA)	Denso (U16FS-U)	NGK (C6HSA)	NGK (C7HSA)
1000	1,19	7,78	1,27	7,94	1,31	7,93	1,21	7,95	2,06	-1,93	2,19
1500	1,03	5,58	1,17	3,35	0,94	3,69	0,92	6,42	-39,96	33,87	15,05
2000	0,84	1,32	0,92	1,47	0,83	2,13	0,82	1,54	11,36	-61,36	16,67
2500	0,84	0,65	0,88	0,64	0,8	0,54	0,83	0,89	-1,54	16,92	36,92
3000	0,81	0,57	0,88	0,64	0,79	0,58	0,8	0,8	12,28	-1,75	40,35
3500	0,83	0,58	0,86	0,62	0,8	0,53	0,81	0,72	6,90	8,62	24,14
4000	0,84	0,49	0,86	0,51	0,83	0,46	0,81	0,62	4,08	6,12	26,53
4500	0,84	0,44	0,88	0,47	0,84	0,38	0,83	0,55	6,82	13,64	25,00
5000	0,87	0,41	0,9	0,53	0,86	0,37	0,86	0,51	29,27	9,76	24,39
5500	0,89	0,37	0,89	0,5	0,83	0,38	0,86	0,42	35,14	-2,70	13,51
6000	0,89	0,42	0,89	0,48	0,88	0,39	0,88	0,84	14,29	7,14	100,00
6500	0,91	0,48	0,9	0,48	0,89	0,4	0,89	0,7	0,00	16,67	45,83
7000	0,94	0,56	0,93	0,51	0,92	0,42	0,92	0,65	-8,93	25,00	16,07
7500	0,96	0,62	0,97	0,58	0,96	0,68	0,94	0,68	-6,45	-9,68	9,68
8000	0,98	0,7	0,98	0,87	0,99	0,88	0,99	0,72	24,29	-25,71	2,86
8500	0,99	0,8	1	0,84	0,99	0,81	0,99	0,93	5,00	-1,25	16,25
9000	0,98	0,85	1	0,82	0,98	0,81	0,97	0,91	-3,53	4,71	7,06
Rata-rata									5,36	2,24	24,85

Dari data pada tabel 7 di atas, apabila dibentuk dalam grafik akan nampak seperti terlihat pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 9. Hubungan (λ) dengan Konsentrasi O_2 Dengan Penggunaan Variasi Tingkat Panas Busi

Kandungan gas oksigen di dalam gas buang dapat dijadikan acuan untuk menilai proses pembakaran di dalam gas buang. Jika di dalam gas buang kendaraan mengandung banyak gas oksigen maka dapat dikatakan terdapat campuran yang terlalu miskin. Sebaliknya jika terdapat gas oksigen dengan jumlah yang relatif lebih sedikit maka dapat di asumsikan campuran bahan bakar dan udara terlalu kaya. Pertimbangan tersebut dapat dikaitkan juga dengan emisi yang ditimbulkan akibat pembakaran.

Kandungan oksigen tertinggi di dapatkan dengan penggunaan busi Denso U16FS-U dengan rata – rata persentase sebesar 5,36 %. Sementara penggunaan busi NGK C6HSA menghasilkan rata – rata persentase sebesar 2,24 % dan busi NGK C7HSA menghasilkan rata – rata persentase sebesar 24,85 %.

Hal ini dikarenakan terjadi reaksi kimia yang sempurna antara bahan bakar dan udara selama proses pembakaran. Indikator tersebut dapat dikaitkan dengan penurunan emisi HC pada gas buang. Karena dengan reaksi yang sempurna antara emisi HC dengan Oksigen akan menghasilkan gas CO_2 dan Uap air (H_2O). Hal tersebut dapat dibuktikan dengan adanya uap air pada probe alat uji emisi gas buang dengan penggunaan variasi busi NGK C7HSA.

PENUTUP

Simpulan

Penggunaan busi sedang dapat menaikkan performa mesin dan menurunkan emisi gas buang kendaraan. Sebaliknya jika menggunakan busi panas dapat menyebabkan terjadinya *pre-ignition* jika digunakan secara terus menerus dikarenakan karena busi panas memiliki karakteristik melepas panas yang rendah sehingga menyebabkan performa mesin turun dan emisi gas buang meningkat.

Penggunaan busi NGK C7HSA pada sepeda motor Honda New Supra Fit 2006 lebih baik dibandingkan dengan busi Denso U22FS-U, Denso U16FS-U dan NGK C6HSA terhadap performa maupun emisi gas buang kendaraan yang dihasilkan sepeda motor.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan busi NGK C7HSA dapat meningkatkan performa mesin dan mereduksi emisi gas buang. Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan busi NGK C7HSA ini pada kendaraan Honda New Supra Fit.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto. 2005. Penggerak Mula: Motor Bakar Torak. Edisi Kelima. Bandung: Penerbit ITB.
- Heisler, Heinz 1995. *Advanced Engine Technology*. London: Edward Arnold.
- Narbuko, C dan Achmadi, H A. 2005. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- SAE. 2008. “*Engine Power Test Code-Spark Ignition and Compression Ignition Net Power Rating*”. U.S.A: SAE J1349
- SNI 09-7118.3-2005. *Cara Kerja Kendaraan Bermotor Kategori L Pada Kondisi Idle*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Edisi 6, Bandung: Tarsito.
- Toyota Astra Motor. 1995. Training Manual New Step 2. Jakarta: PT Toyota Astra Motor.
- Warju. 2009. Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor. Surabaya: Unesa University Press.