

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Tedahulu

Dalam penelitian Wawan Trisnadi Putra, Sudarno dan Yoyok Winardi dengan judul **Pengaruh Jenis Busi Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Honda Revo Fit 110 cc. dalam penelitian tersebut** menguji tiga jenis tingkat panas busi yaitu U20EPR9, U24EPR9, dan U27EPR9. Masing-masing busi diteliti konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang dengan waktu 180 detik pada putaran mesin 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, dan 4500. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan jenis busi berdasarkan tingkat panas pada sepeda motor Honda Revo Fit 110 cc tahun 2012 berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Pada penggunaan busi U20EPR9 konsumsi bahan bakar secara total pada semua putaran mesin yang diujikan adalah sebesar 82,27 ml, sedangkan konsumsi bahan bakar busi U24EPR9 adalah 80,98 ml mengalami penurunan sebesar 1,5% dibanding dengan busi U20EPR9. Pada pemakaian busi U27EPR9 konsumsi bahan bakar adalah 72,68 ml mengalami penurunan sebesar 11,6% dari busi U20EPR9. Sedangkan konsumsi bahan bakar pada busi U27EPR9 mengalami penurunan 10,2% dari busi U24EPR9. Konsentrasi Karbon Monoksida terendah dihasilkan oleh busi U27EPR9 pada putaran 1500 rpm sebesar 0,12%. Konsentrasi Karbondioksida tertinggi dihasilkan oleh busi U27EPR9 pada putaran 4000 rpm sebesar 1,27%. Konsentrasi Hidrokarbon terendah dihasilkan oleh busi U20EPR9 pada putaran 4000 rpm sebesar 16,29 ppm. Sedangkan konsentrasi Oksigen mengalami peningkatan yang signifikan pada penggunaan busi U20EPR9, peningkatan tertinggi sebesar 19,70% didapatkan pada putaran 4000 rpm.

Siswanto, M. Tri (2010) Pengaruh bahan inti elektroda busi platina dan busi iridium terhadap kadar emisi gas buang CO dan HC pada Yamaha Jupiter Z. Dalam penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui pengaruh penggunaan busi platina dan busi iridium yang signifikan pada mesin 4 tak dalam menghasilkan kadar emisi gas buang CO dan HC dengan variasi putaran mesin 1500, 2500, 3500, 4500, 5500, dan 6500 rpm. (2) Mengetahui ada interaksi yang signifikan antara busi platina, busi iridium dan variasi putaran mesin 1500, 2500, 3500, 4500, 5500, dan 6500 terhadap kadar emisi gas buang CO dan HC pada mesin 4 tak. busi yang digunakan adalah busi platina C7HVX dan busi iridium IUF22 untuk mesin 4 tak 110 cc. perbedaan yang utama dari keduanya adalah inti elektroda tengah dan bentuk elektroda netral. sedangkan putaran mesin yang digunakan adalah untuk putaran rendah diwakili oleh putaran 1500 rpm dan 2500 rpm. untuk putaran menengah diwakili oleh putaran 4500 rpm dan untuk putaran tinggi diwakili oleh putaran 5500 rpm dan 6500 rpm. penelitian untuk kadar untuk kadar emisi gas buang dilaksanakan dilaboratorium Suzuki Universitas Negeri Malang, Jl.Surabaya No.6 Malang, pada tanggal 3 Nopember 2008. jenis penelitian adalah penelitian eksperimental. analisis hasil penelitian yang digunakan adalah anava dua jalan. hasil penelitian ini menunjukkan bahwa : (1) terdapat pengaruh penggunaan busi platina dan busi iridium yang signifikan pada mesin 4 tak dalam menghasilkan kadar emisi gas buang CO dan HC dengan variasi putaran mesin 1500, 2500, 3500, 4500, 5500, dan 6500 rpm (2) tidak terdapat interaksi yang signifikan antara busi platina dan busi iridium dengan putaran mesin 1500, 2500, 3500, 4500, 5500, dan 6500 rpm terhadap produksi gas CO dan HC pada mesin 4 tak. pada penggunaannya, pada semua putaran busi iridium menghasilkan kadar gas CO dan HC yang lebih rendah dari busi platina. berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut dengan cc sepeda mesin yang berbeda dan bahan elektroda busi yang lebih bervariasi agar mengetahui perbedaan emisi gas buang yang dihasilkan pada mesin 4 tak khususnya sepeda motor.

Pengaruh tipe busi terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang sepeda motor, penelitian yang dilakukan oleh Joko Sriyanto dkk. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh data empiris pengaruh tipe busi terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang mesin sepeda motor. Hasil dari penelitian tersebut adalah Penggunaan busi platinum, iridium, dan multi electrode pada sepeda motor menurunkan konsumsi bahan bakar pada semua rpm pengujian (1500, 3000, dan dan 5000 rpm) dibandingkan penggunaan busi standar. Efisiensi rata-rata dari busi platinum, iridium, dan multi electrode berturut-turut adalah 2,21%, 7,82%, dan 2,93%. Penggunaan busi platinum, iridium, dan multi electrode pada sepeda motor menurunkan emisi gas buang CO dan HC pada semua rpm pengujian (1500, 3000, dan 5000 rpm) dibandingkan penggunaan busi standar. Penggunaan busi platinum, iridium, dan multi electrode menurunkan kadar emisi gas CO berturut-turut sebesar 20%, 29%, dan 8% jika dibandingkan dengan pemakaian busi standar. Penggunaan busi platinum, iridium, dan multi electrode menurunkan kadar emisi gas HC berturut-turut sebesar 41%, 61%, dan 29% jika dibandingkan dengan pemakaian busi standar. Busi iridium menghasilkan konsumsi bahan bakar yang paling efisien serta penurunan kadar emisi gas CO dan HC yang paling tinggi.

## **2.2 Bahan Bakar**

Menurut Raharjo & Karnowo (2008:37), bahan bakar merupakan material, zat atau benda yang digunakan dalam proses pembakaran untuk menghasilkan energi panas. Penggolongan bahan bakar berdasarkan dari asalnya dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu :

- a. Bahan bakar fosil
- b. Bahan bakar mineral
- c. Bahan bakar nabati atau organik

Kebutuhan utama bahan bakar yang digunakan untuk transportasi pada motor bensin yaitu bahan bakar mineral cair, seperti premium dan bahan bakar nabati atau organik seperti bioetanol.

Menurut Suprpto (2004:6), setiap bahan bakar memiliki karakteristik dan nilai pembakaran yang berbeda-beda. Adapun jenis – jenis bahan bakar cair antaralain :

### 2.2.1 Premium (Bensin)

Menurut Sudirman (2011:4), premium merupakan bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuning-kuningan yang jernih. Warna kuning tersebut akibat adanya zat pewarna tambahan. Jenis bahan bakar ini banyak digunakan pada mesin pembakaran dalam terutama pada motor bensin dengan bantuan pengapian/busi. Kualitas bahan bakar akan sangat berpengaruh pada proses pembakaran sehingga tenaga yang dihasilkan menjadi maksimal. Bahan bakar yang baik dapat mengurangi timbulnya dentuman atau *knocking* akibat dari tingginya tekanan dan temperatur di dalam ruang bakar. Karakteristik inilah yang disebut angka oktan pada suatu bahan bakar.

Angka oktan atau disebut juga dengan bilangan oktan merupakan suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan bertahan suatu bahan bakar terhadap detonasi. (Suyanto, 1989:133).

Tabel 2.1 Spesifikasi Premium (RON 88)

NO	Sifat	BATASAN			
		Tanpa timbal		Bertimbal	
		Min	Max	Min	Max
1.	Angka oktan	88.0 (RON)	-	88.0 (RON)	-
2.	Titik nyala	-45 °F atau - 43 °C			
3.	Berat jenis	715 kg/m <sup>3</sup>	780 kg/m <sup>3</sup>	715 kg/m <sup>3</sup>	780 kg/m <sup>3</sup>
4.	Tekanan uap	-	62 kpa	-	62 kpa
5.	Residu	-	2.0 % vol	-	2.0% vol
6.	Sulfur	-	0,05% m/m	-	0,05% m/m
7.	Timbal	-	0,013 gr/l	-	0,013 gr/l
8.	Oksigen	-	2,72% m/m	-	2,72% m/m
9.	Tampilan visual	jernih & terang		jernih & terang	
10.	Kandungan warna	0,13 gr/100 l		0,13 gr/100 l	

Sumber : (PT PERTAMINA, 2007a:3-5)

### 2.2.2 Bioetanol

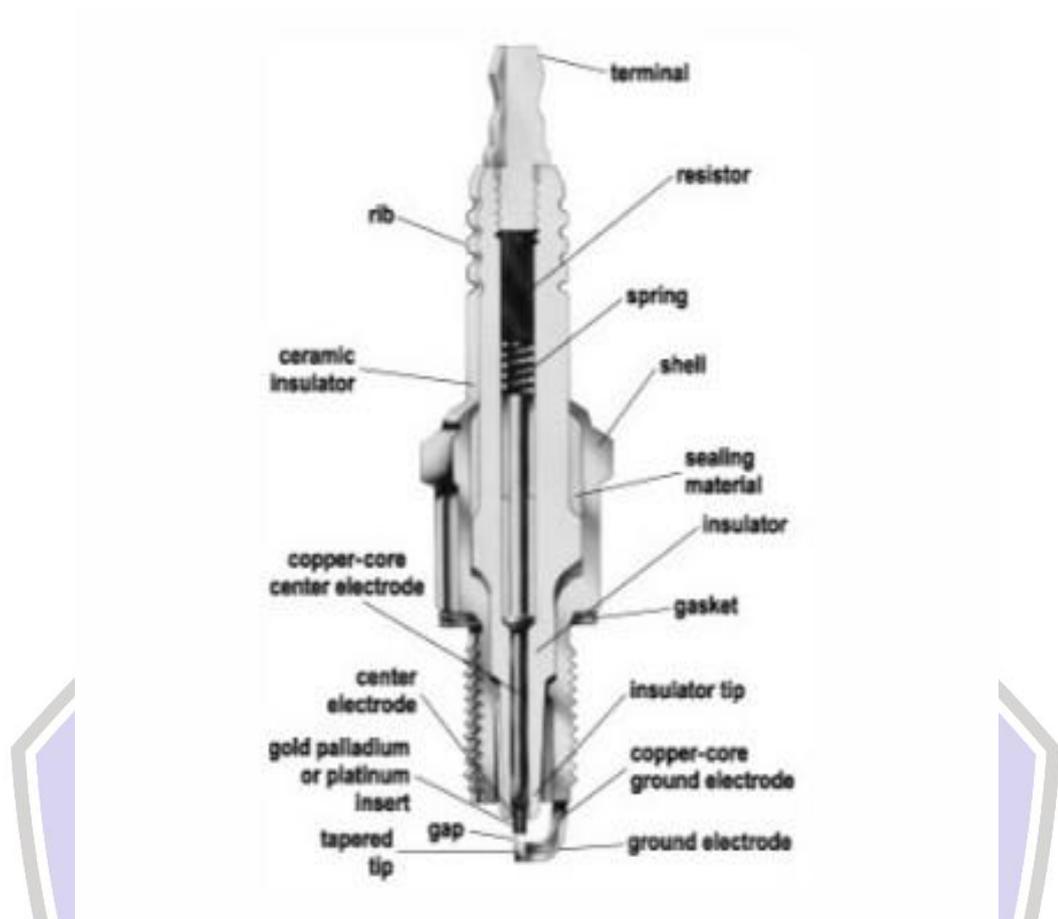
Bioetanol merupakan etanol (*ethylalcohol* dengan rumus kimia  $C_2H_5OH$ ) yang diproduksi dari bahan nabati. Bioetanol merupakan cairan yang tidak berwarna, jika digunakan tidak menyebabkan polusi dan jika dibakar akan menghasilkan gas asam arang (karbon dioksida atau  $CO_2$ ) dan air. Terdapat beberapa karakteristik internal bioetanol yang menyebabkan penggunaan bioetanol pada mesin *Otto* lebih baik dari premium. Bioetanol mempunyai nilai angka oktan riset (RON) 108,6 dan angka oktan motor (MON) 89,7. Angka ini lebih tinggi dari premium yang dijual Pertamina yang mempunyai nilai angka oktan riset (RON) 88 dan angka oktan motor (MON) 80,7. (Kuntang Winangun, 2012)

Tetes tebu merupakan sisa dari proses pengkristalan gula pasir yang masih mengandung gula dan asam-asam organik sehingga merupakan bahan baku yang baik untuk pembuatan bioetanol. Dibandingkan bahan baku lain, tetes tebu mempunyai keunggulan yaitu selain harganya murah juga mengandung 50% gula sederhana yang dapat difermentasi langsung oleh *yeast* menjadi etanol tanpa *pretreatment* (Murtagh, 1995).

### 2.3 Busi (Spark Plug)

Busi (*spark plug*) merupakan sebuah komponen didalam mesin tepatnya pada sistem pengapian, yang berfungsi untuk mengkonversi energi listrik bertegangan tinggi dari ignition coil menjadi percikan api. Busi berfungsi untuk menyediakan loncatan bunga api listrik tegangan tinggi diantara kedua electrodanya menjelang akhir langkah kompresi, sehingga mampu menyalakan campuran uap udara dan bahan bakar yang dimampatkan didalam ruang bakar (Khristanto Philip, 2015:211).

Konstruksi dan bahan busi telah disesuaikan untuk membuat hal tersebut menjadi pantas atau layak pakai melalui pengalaman bertahun-tahun dan bekerja secara intensif. Gambar busi (*spark plug*) dapat dilihat pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1 Busi (*Spark Plug*)**

Sumber : [deltalova.blogspot.com](http://deltalova.blogspot.com)

Dari segi fungsinya bagian yang paling penting pada busi terdapat pada pusat elektroda samping atau elektroda massa/ground. Ruang diantara elektroda-elektroda tersebut merupakan renggangan celah busi. Ruang, susunan, bahan dapat menentukan tegangan pengapian. Tegangan pengapian diperlukan untuk membangkitkan pelepasan percikan bunga api yang diberikan terhadap busi. Percikan api pada busi, diperoleh dari tegangan tinggi pada koil. Sama halnya busi hanya meneruskan arus listrik dari output kumparan sekunder koil. Sehingga busi tidak dapat secara langsung menghasilkan api.

### 2.3.1 Macam-macam busi yang digunakan pada penelitian.

#### a. Busi Standart

Busi standar merupakan busi bawaan kendaraan bermotor dari pabrikan. Bahan ujung elektroda terbuat dari nikel dan diameter center electrode 2,5 mm. Jarak pemakaian busi standart bisa mencapai 20 ribu km, ketika kondisi pembakaran normal dan tak dipengaruhi oleh faktor lain, seperti oli mesin dan konsumsi bahan bakar yang berlebihan. Berikut ini merupakan gambar busi standar dan dapat dilihat pada gambar 2.2.



**Gambar 2.2 Busi Standar**

Sumber: Dokumentasi Sendiri

#### b. Busi Iridium

Busi iridium memiliki bentuk fisik yang hampir sama dengan jenis busi lain. Perbedaan terletak pada elektroda busi. Ujung elektroda pada busi iridium terbuat dari nikel dan center electrode terbuat dari iridium alloy. Diameter center electrode 0,6-0,8 mm dan umur busi berkisar 50 ribu–70 ribu km. Keuntungan dari busi iridium umur pemakaian yang lebih

lama sehingga cocok untuk kendaraan dengan mesin yang tidak boleh sering dibongkar.

Logam iridium memiliki titik leleh yang tinggi dan mudah mengalirkan listrik (konduktor). Iridium merupakan salah satu logam terkeras, getas, dan tahan terhadap korosi (Suharto, 1995:232). Busi jenis ini banyak digunakan pada motor diatas 150 cc dan mobil berkapasitas lebih dari 2.5 L. Gambar busi iridium dapat dilihat pada gambar 2.3.



**Gambar 2.3 Busi Iridium**

Sumber : Dokumentasi Sendiri

**c. Busi Platinum**

Busi platinum merupakan busi panas yang biasanya digunakan untuk perjalanan jauh atau touring. Ujung elektroda terbuat dari nikel dan center electrode dari platinum, sehingga pengaruh panas ke metal platinum lebih kecil. Diameter center electrode 0,6 mm – 0,8 mm. Umur pemakaian busi bisa mencapai 30 ribu km. Gambar busi iridium dapat dilihat pada gambar 2.4.

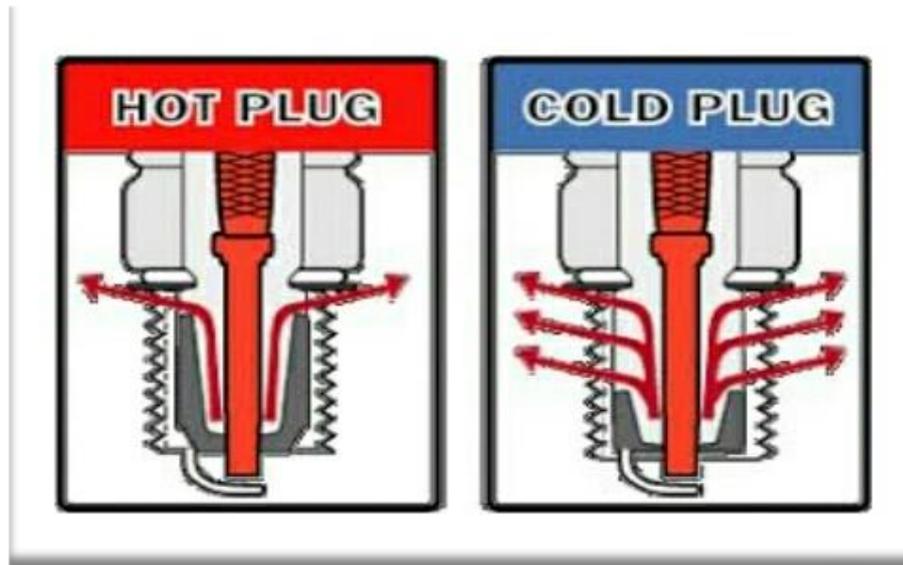


**Gambar 2.4 Busi platinum**

Sumber: Dokumentasi Sendiri

### **2.3.2 Macam-macam Busi berdasarkan Heat Resistance**

Sementara jika dilihat dari reaksi terhadap daya hantar panas, busi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *Cold type spark plug* merupakan busi yang mempunyai kemampuan untuk menyerap dan melepas panas dengan waktu yang cepat. *Cold type spark plug* biasanya digunakan pada mesin yang temperatur kerja di dalam ruang bakar tinggi. *Hot type spark plug* merupakan busi dengan kemampuan menyerap dan melepas panas yang lambat. Jenis *spark plug* ini digunakan untuk mesin yang temperatur kerja didalam ruang bakar rendah. Gambar macam – macam busi berdasarkan heat resistance dapat dilihat pada gambar 2.5.



**Gambar 2.5 Busi Panas dan Busi Dingin**

Sumber : [www.motorplus-online.com](http://www.motorplus-online.com)

Berikut ini merupakan perbedaan busi panas dan busi dingin.

**a. Busi Panas**

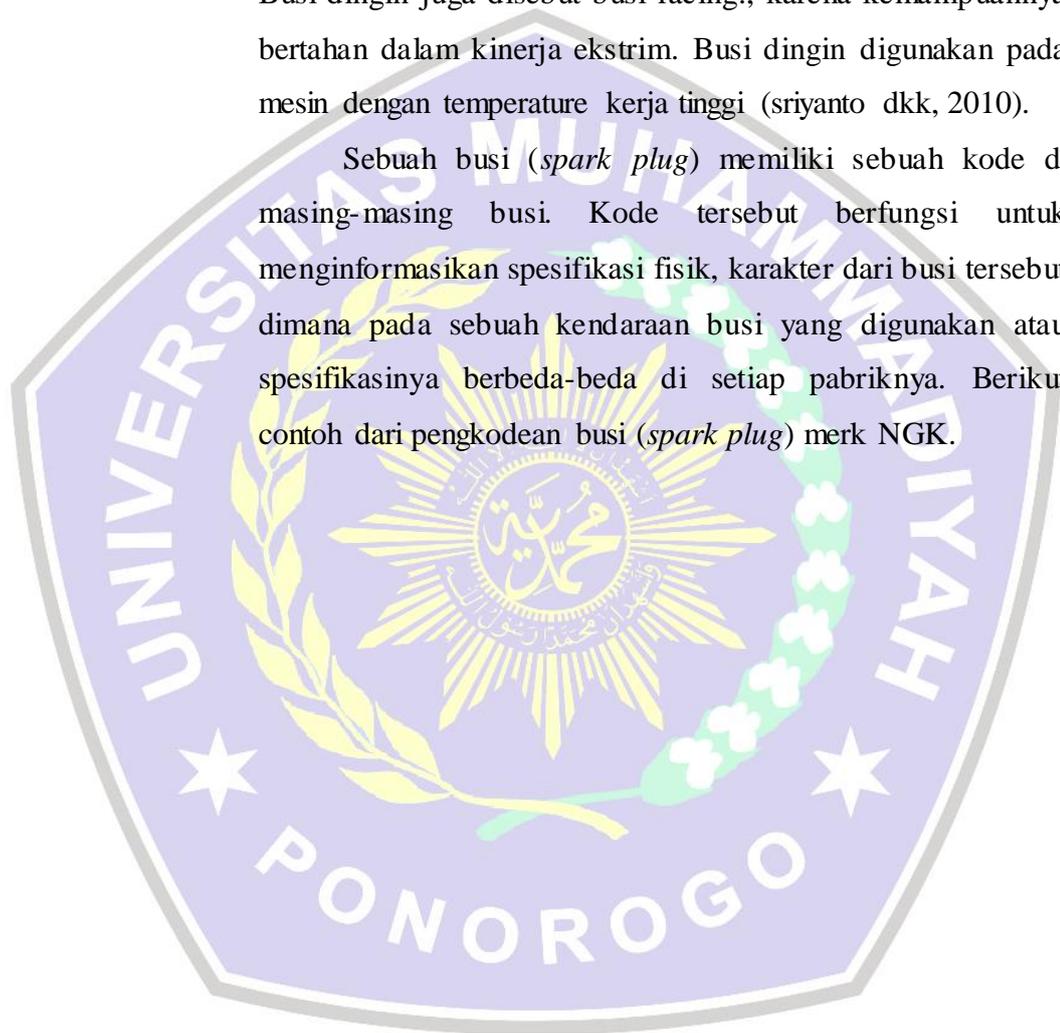
Busi panas memiliki daya hantar panas yang lebih kecil dibandingkan busi dingin. Sehingga suhu busi relatif lebih panas ketika bekerja, tujuannya agar proses pembakaran mesin terjaga. Busi panas merupakan busi yang mempunyai kemampuan menyerap panas dan menghantarkan panas dengan lambat. (Nurhidayati, 2011:26).

Didalam busi ini, memiliki isolator berupa keramik yang lebih banyak. Sehingga panas dari elektroda tidak langsung diteruskan ke blok mesin. Busi ini cocok untuk penggunaan sehari-hari baik pada mesin motor maupun mesin mobil.

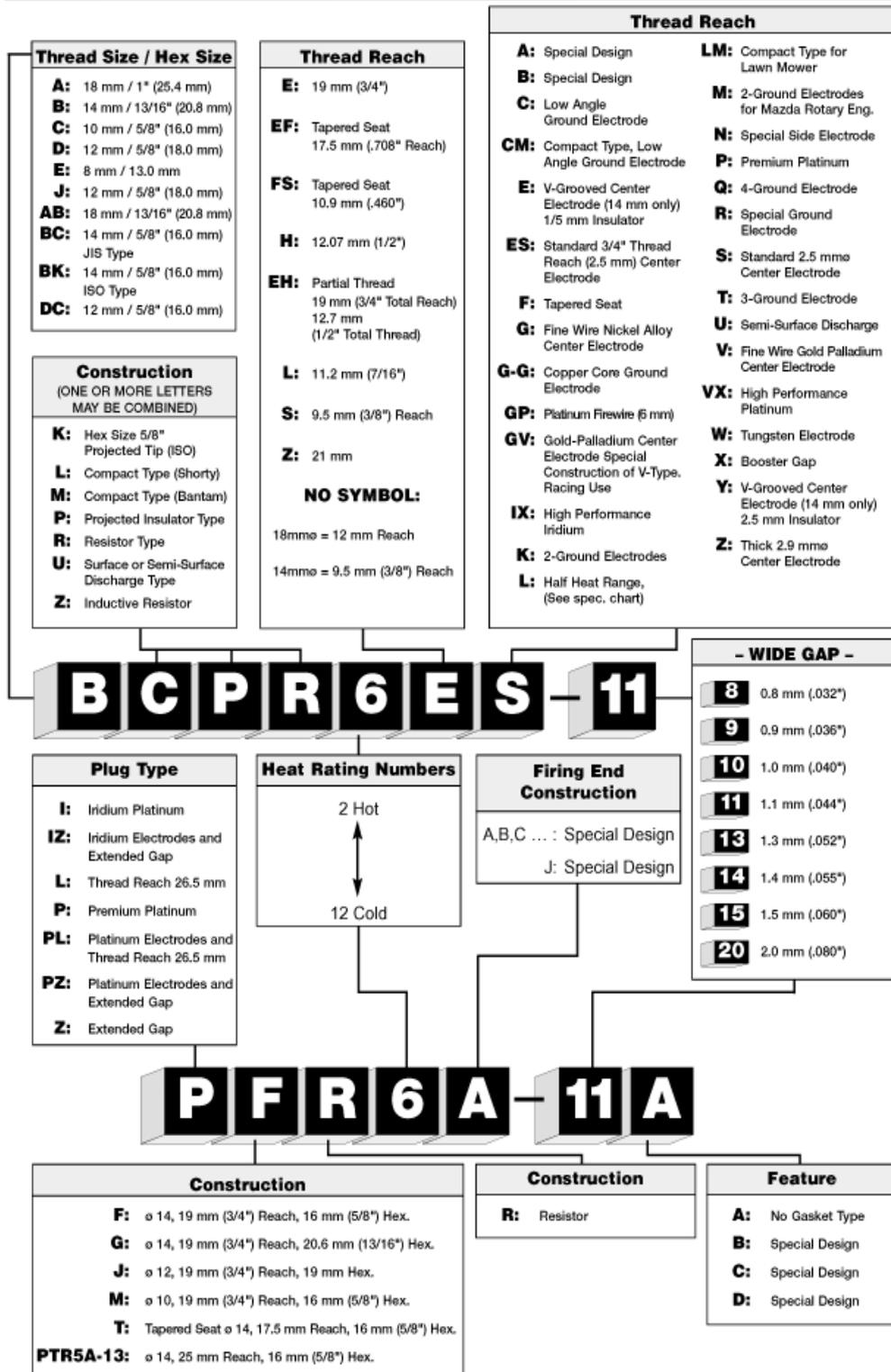
## b. Busi Dingin

Busi dingin merupakan busi yang mempunyai kemampuan menyerap dan menghantarkan panas dengan cepat. Busi dingin memiliki jumlah isolator keramik yang lebih sedikit, sehingga panas didalam busi dapat tersalurkan ke blok mesin. Pada busi dingin mudah melepaskan panas. Busi dingin juga disebut busi racing., karena kemampuannya bertahan dalam kinerja ekstrim. Busi dingin digunakan pada mesin dengan temperature kerja tinggi (sriyanto dkk, 2010).

Sebuah busi (*spark plug*) memiliki sebuah kode di masing-masing busi. Kode tersebut berfungsi untuk menginformasikan spesifikasi fisik, karakter dari busi tersebut dimana pada sebuah kendaraan busi yang digunakan atau spesifikasinya berbeda-beda di setiap pabriknya. Berikut contoh dari pengkodean busi (*spark plug*) merk NGK.



## DESIGN SYMBOLS: SPARK PLUGS



Gambar 2.6 Pengkodean Busi(Spark Plug) NGK

Sumber: Surabaya-motor.blogspot.com

Contoh lain dari kode busi (*spark plug*)

1) NGK PFR 6 J-1 I

P : platinum tipis

F : 14-mm thread, 19-mm, 5/8 hex shell

R : resistor type

6 : head range (6 is medium, 5 is hotter, 7 is colder)

J : ISO project insulator nose

-11 : 1.1-MM (0,043") spark gap. (Setyo,2010:87).

2) NGK CR8E

C : Thread diameter (12 mm)

R : resistor spark plug

8 : heat range (8 is colder)

E : thread length (19 mm)

#### 2.4 Emisi Gas Buang

Gas buang merupakan zat sisa pembakaran dari sebuah mesin bakar sebagai wujud terjadinya proses pembakaran. Suhermanto (2012:24) menyatakan bahwa terdapat dua kategori emisi mesin (*engine emissions*): 1. Emisi gas buang (*exhaust emissions*) dan 2. Emisi non gas (*non-exhaust emissions*). Dalam proses pembakaran pada umumnya dihasilkan oleh sebuah campuran bahan bakar yang dibakar pada ruang bakar sehingga menghasilkan tenaga, hasil sisa pembakaran yang keluar pada katup keluar sebuah mesin bermotor dinamakan emisi gas buang. Dalam gas buang terdiri berbagai kandungan senyawa, diantaranya ialah : hidrokarbon (HC), karbon-oksida (CO dan CO<sub>2</sub>), Nitrogen-oksida (NO<sub>x</sub> dan NO<sub>2</sub>), sulfur-oksida (SO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub>), partikulat, jelaga, lambda, dan asap. Tapi dalam penelitian ini hanya dibatasi oleh senyawa CO, HC, dan lambda.

### 2.4.1 Karbon Monoksida (CO)

Suhermanto (2012:25), menyatakan bahwa “karbon monoksida ini berbahaya, tidak berbau, tidak berwarna, serta dapat mematikan manusia bila dihirup terlalu lama dalam ruangan tertutup dan pada jumlah tertentu”. Hal tersebut terjadi dikarenakan terbentuknya senyawa CO dengan hemoglobin.

Hemoglobin yang seharusnya mengikat oksigen, cenderung bersenyawa dengan CO sehingga membentuk karbonhemoglobin (HbCo) sebesar 40% -50% maka akan terjadi gejala klinis seperti pusing, mual, iritabilitas, frekuensi pernafasan naik, dan pucat (Suhermanto, 2012:25).

Proses pembakaran pada ruang bakar merupakan proses kimia yang melibatkan campuran bahan bakar dan udara. Dari proses tersebut menghasilkan 4 jenis gas buang yaitu gas CO, HC,  $\text{NO}_x$ , dan Pb. Emisi gas karbon monoksida CO yang dihasilkan oleh pembakaran yang tidak sempurna karena kekurangan oksigen ( $\text{O}_2$ ), misalnya disebabkan oleh campuran bahan bakar dengan udara yang terlalu boros. Namun gas karbon monoksida (CO) juga bias dihasilkan pada saat campuran terlalu irit dengan alasan sebagai berikut :

- Pembakaran tidak menyeluruh disebabkan oleh tidak meratanya distribusi bahan bakar di dalam silinder.
- Suhu disekitar silinder terlalu rendah, sehingga cenderung mengalami *Quenching* yang artinya temperatur terlalu rendah untuk terjadinya pembakaran (Toyota Step 2 : 13).

### 2.4.2 Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon (HC) dapat mencemari udara dan menyebabkan tenggorokan sakit, radang paru-paru, dan bisa pula menyebabkan kanker saluran pernafasan. (Suhermanto 2012:27) berpendapat bahwa emisi gas buang akan bergantung pada pencampuran bahan bakar, dan juga bergantung pada komponen asal bahan bakar. Factor lainnya ialah geometri ruang bakar dan hal yang berkaitan dengan operasi mesin tersebut. Tingginya hidrokarbon (HC) disebabkan oleh masalah pengapian yaitu karena bahan bakar tidak terbakar secara sempurna, factor lain yang mendorong timbulnya hidrokarbon (HC) disebabkan oleh overlap katup hisap dan buang, kompresi yang lemah sehingga sebagian besar bahan bakar tidak bisa terbakar dengan sempurna ( Toyota ECS Step : 2).

### 2.4.3 Nilai AFR dan Lambda

Emisi gas buang bergantung pada perbandingan campuran bahan bakar dengan udara, untuk mengetahui kadar emisi gas buang maka pada alat uji emisi dilengkapi dengan pengukur nilai  $\lambda$  (lambda) yang bisa membaca campuran tersebut.

Teori stoichiometric menyatakan, bahwa untuk membakar 1 gram bensin secara sempurna membutuhkan 14,7 gram oksigen. Dengan kata lain, perbandingan campuran yang ideal yaitu 14,7:1. Perbandingan campuran ini disebut AFR atau perbandingan udara dengan bensin. Untuk membandingkan antara teori dengan kondisi nyata, dibuat suatu rumus perhitungan yang disebut lambda ( $\lambda$ ). Rumus tersebut, dituliskan sebagai berikut :

Jika jumlah udara sesungguhnya 14,7, maka:

$$\lambda = 14,7 / 14,7 : 1$$

$$\lambda = 14,7 / 14,7 = 1,0$$

Artinya :

$\lambda = 1$ ; artinya campuran ideal.

$\lambda > 1$ ; artinya campuran kurus.

$\lambda < 1$ ; artinya campuran kaya.

Hubungan antara AFR dan emisi gas buang, dapat diasumsikan mesin dalam kondisi normal dengan kecepatan konstan, pada saat AFR kurus konsentrasi CO dan HC menurun pada saat NOx meningkat, sebaliknya AFR kaya pada saat NOx menurun namun CO dan HC meningkat.

Dalam hal ini menunjukkan pada mesin bensin sangat sulit untuk mencari cara untuk menurunkan emisi CO, HC dan NOx pada saat bersamaan, apalagi hanya mengubah campuran bahan bakarnya saja. Pada dasarnya campuran bahan bakar dengan udara harus mendekati angka 1 untuk menjaga dari emisi gas buang yang terlalu tinggi dan juga mudah untuk perawatan mesinnya. (Awal Syahrani, 2006 : 260 -266).

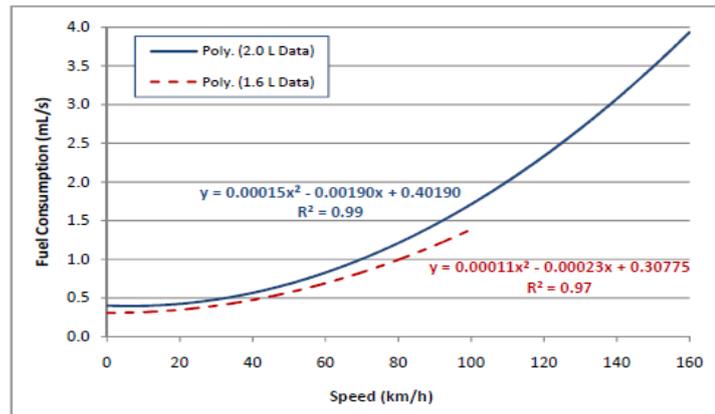
## 2.5 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar merupakan ukuran banyak atau sedikitnya jumlah bahan bakar yang digunakan suatu mesin dalam jangka waktu tertentu. Campuran bahan bakar yang dihisap masuk kedalam silinder akan mempengaruhi tenaga yang dihasilkan karena jumlah bahan bakar yang dibakar menentukan besarnya panas dan tekanan akhir pada proses pembakaran yang digunakan untuk mendorong piston dari TMA menuju ke TMB saat langkah usaha.

Pembakaran sempurna akan menghasilkan tingkat konsumsi bahan bakar yang lebih ekonomis karena campuran bahan bakar dengan udara dapat terbakar secara merata sehingga dihasilkan tenaga mesin yang lebih maksimal. Hal ini berlawanan dengan pembakaran yang tidak sempurna, bahan bakar yang masuk kedalam silinder tidak semuanya bisa diubah menjadi panas dan tenaga. Sehingga untuk mencapai tingkat kebutuhan

panas dan tekanan pada proses pembakaran yang sama diperlukan bahan bakar yang lebih banyak.

Kecepatan kendaraan sangat mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Pada tahun 1999 *Greenwood* melakukan penelitian di Thailand terhadap mobil penumpang 1.6 dan 2.0 liter. Hubungan ini digambarkan pada gambar 2.6.



**Gambar 2.7** Hubungan Kecepatan dengan Konsumsi Bahan Bakar  
(Sumber :Bennet, 2001)

