

# Analisis Pengaruh Jenis Bahan Bakar terhadap Penggunaan Hydrocarbon Crack System pada Emisi Gas Buang Engine Stand Tipe 5K

Achmad Fauzi, Mega Nur Songko, Eko Siswanto

Teknik Mesin, Universitas Brawijaya Malang  
achmadfauzitawa@gmail.com

## Abstrak

Polusi udara akibat dari peningkatan penggunaan jumlah kendaraan bermotor yang mengeluarkan gas-gas berbahaya akan sangat mendukung terjadinya pencemaran udara dan salah satu akibatnya adalah adanya pemanasan global. Maka perlu inovasi pembuatan alat yang tujuannya menaikkan kinerja mesin dan mengurangi dampak negatif emisi gas buang yang berpengaruh besar terhadap kesehatan dan global warming. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh variasi jenis bahan bakar terhadap pengaruh penggunaan Hydrocarbon Crack System pada emisi gas buang kadar karbonmonoksida (CO) dan hidrokarbon (HC). Metode penelitian ini menggunakan variable bebas dengan mengatur putaran mesin dan jenis bahan bakar pada penggunaan Hydrocarbon Crack System untuk mengetahui pengaruh emisi gas buang yang dihasilkan. Selain itu menganalisis emisi gas buang Toyota 5K sebelum dipasang dan sesudah pemasangan Hydrocarbon Crack System. Hasil uji ini sangat efektif untuk mengetahui emisi gas buang masih diatas nilai batas yang di ijinakan. Hasil penelitian ini adalah pengujian emisi gas buang kadar CO dengan alat hydrocarbon crack system memiliki penurunan CO sebesar 9,7% pada bahan bakar pertamax;15,9% pada bahan bakar pertamax plus dan 21,3% pada bahan bakar v-power. Pada pengujian emisi gas buang kadar HC, hydrocarbon crack system memiliki penurunan HC sebesar 9% pada bahan bakar pertamax; 19% pada bahan bakar pertamax plus; dan 30% pada bahan bakar v-power.

Kata-kata kunci : bahan bakar , emisi gas buang, Hydrocarbon Crack System, karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC)

## 1 Pendahuluan

Polusi udara akibat dari peningkatan penggunaan jumlah kendaraan bermotor yang mengeluarkan gas-gas berbahaya akan sangat mendukung terjadinya pencemaran udara dan salah satu akibatnya adalah adanya pemanasan global (Arifin, 2009). Bahan bakar minyak yang dipergunakan pada kendaraan terdiri dari beberapa jenis, di pasaran perbedaannya ditunjukkan dengan nilai oktan dan akan dapat memberikan berbagai dampak ke lingkungan akibat proses pembakarannya. Di prediksi, kurang lebih 70% pencemaran udara diakibatkan oleh emisi kendaraan bermotor (Munawar, 1999). Kendaraan bermotor mengeluarkan zat-zat berbahaya yang dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap kesehatan manusia maupun lingkungan (Kuswara, 2006). Penyebab terjadinya pencemaran udara yang dihasilkan transportasi tidak sekedar dari emisi gas buang semata, tetapi situasi dan kondisi jalan yang ada akan sangat mempengaruhi unsur-unsur bahan polutan yang terdapat di kawasan sekitar pengguna moda transportasi (Soedomo,2001). Laju kendaraan

di jalan raya akan menjadi salah satu faktor penentu konsentrasi pencemaran udara yang terjadi (Ruktiningsih, 2006). HCS (Hydrocarbon crack system) adalah sistem pemecah atom Hydrocarbon ( bahan bakar premium atau pertamax) menjadi atom Hydrogen (H<sub>2</sub>) dan Carbon (C) dengan cara menggunakan pipa Katalis yang dipanaskan. Panas luar/exothermic dari mesin internal combustion (mesin kendaraan) itu sendiri yaitu dari panas blok mesin maupun dari knalpot yang bisa mencapai temperatur hingga 400 °C. Hydrocarbon crack system (HCS) berfungsi sebagai alat untuk menambah gas hydrogen (H<sub>2</sub>) pada campuran bahan bakar dan udara yang akan diproses di ruang bakar. Gas hydrogen (H<sub>2</sub>) memiliki sifat mudah terbakar sehingga dapat dimanfaatkan untuk membantu proses pembakaran. Hidrogen (bahasa Latin: hydrogenium, dari bahasa Yunani: hydro: air, genes: membentuk) adalah unsur kimia pada tabel periodik yang memiliki simbol H dan nomor atom 1. Pada suhu dan tekanan standar, hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, bersifat non-logam, bervaleksi tunggal, dan merupakan gasdiatomik

yang sangat mudah terbakar. Dengan massa atom 1,00794 amu, hidrogen adalah unsur teringan di dunia.

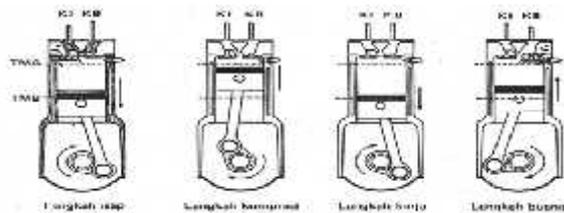
## 2 Dasar Teori

### 2.1 Proses Pembakaran

Pembakaran sebagai reaksi kimia atau reaksi persenyawaan bahan bakar dengan oksigen dengan diikuti sinar atau panas. Mekanisme pembakaran sangat dipengaruhi oleh keadaan dari keseluruhan proses pembakaran dimana atom-atom dari komponen yang dapat bereaksi dengan oksigen dan membentuk produk yang berupa gas. Bila oksigen dan hidrokarbon tidak bercampur dengan baik, maka akan terjadi proses cracking. Dimana pada nyala akan timbul asap. Pembakaran seperti ini dinamakan pembakaran tidak sempurna (Toyota Step 2, 1996)

Jenis pembakaran pada motor bensin meliputi pembakaran normal (sempurna) dan pembakaran tidak normal. Pembakaran normal adalah bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan keadaan yang dikehendaki. Pembakaran tidak sempurna adalah pembakaran dimana nyala api dari pembakaran ini tidak menyebar secara teratur dan merata, sehingga menimbulkan masalah atau bahkan kerusakan pada bagian-bagian motor (Daryanto, 2002).

Kebanyakan motor bakar torak bekerja dengan siklus 4-langkah pembakaran sempurna. Pada motor otto proses pembakaran didalam motor bakar torak terjadi secara periodik. Sebelum terjadi proses pembakaran berikutnya, terlebih dahulu gas pembakaran yang sudah dipergunakan harus dikeluarkan dari dalam silinder, hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus 4-Langkah pada mesin Otto (Arifuddin, 1999)

Sistem kerja siklus 4-Langkah pada mesin otto sebagai berikut:

#### 1. Langkah Hisap (Intake stroke)

Intake valve terbuka, exhaust valve tertutup, torak bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB) dan udara terhisap masuk kedalam silinder. Sebelum terjadi proses pembakaran berikutnya terlebih dahulu gas sisa pembakaran harus dikeluarkan dari dalam silinder, kemudian silinder di isi dengan campuran bahan bakar dan udara segar (pada motor bensin) yang berlangsung ketika torak bergerak dari TMA menuju TMB. Pada saat katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup, campuran bahan bakar dan udara

masuk ke ruang silinder melalui katup hisap. Peristiwa ini disebut langkah hisap.

#### 2. Langkah Kompresi (compression stroke)

Intake valve dan exhaust valve tertutup, torak bergerak dari TMB ke TMA, udara dikompresikan sehingga mencapai tekanan antara 30-40 kg/cm<sup>2</sup> dan suhu mencapai antara 300-600°C pada akhir langkah sebelum TMA api dipercikan oleh busi. Setelah mencapai TMB torak bergerak menuju TMA, sementara katup hisap dan katup buang masih dalam keadaan tertutup, campuran yang terdapat didalam silinder dimampatkan oleh torak yang bergerak menuju TMA, volume campuran berkurang sedangkan tekanan dan temperatur naik hingga campuran itu mudah terbakar proses pemampatan ini disebut langkah kompresi.

#### 3. Langkah Kerja (power stroke)

Intake valve dan exhaust valve tertutup, torak bergerak dari TMA ke TMB, terjadi pembakaran sehingga mencapai tekanan antara 60-80 kg/cm<sup>2</sup> dan suhu mencapai antara 600-800°C sehingga timbul usaha mendorong torak ke TMB.

#### 4. Langkah Buang (exhaust stroke)

Intake valve tertutup dan exhaust valve terbuka, torak bergerak dari TMB ke TMA dan gas pembakaran mendorong keluar melalui exhaust valve (Arifuddin, 1999).

### 2.2 Sistem Bahan Bakar Pada Mesin Otto

Pada mesin otto terdapat sistem bahan bakar yang terdiri dari sistem suplai bahan bakar dan sistem penakar bahan bakar. Sistem suplai bahan bakar berfungsi mengalirkan bahan bakar dari tabung bahan bakar ke sistem penakar bahan bakar. Sedangkan sistem penakar bahan bakar pada mesin otto baik yang menggunakan karburator atau sistem injeksi bahan bakar berfungsi sebagai :

- Penakar campuran udara bahan bakar yang dapat dibakar dengan cepat dan sempurna didalam silinder.
- Atomisasi dan penyebar bahan bakar didalam aliran udara atau dikenal dengan Air Fuel Ratio (AFR).

Air Fuel Ratio (AFR) yaitu perbandingan jumlah udara terhadap bahan bakar dalam berat. Nilai perbandingan teoritis untuk proses pembakaran sempurna atau AFR stoikiometri untuk motor otto sekitar 14,7. Sistem bahan bakar harus mampu menghasilkan perbandingan udara bahan bakar yang dibutuhkan disilinder yang sesuai dengan kondisi operasi mesin. contoh pada waktu start dingin, dibutuhkan campuran yang kaya bahan bakar. Dalam kondisi mesin masih dingin otomatis bahan bakar menguap hanya sebagian sehingga diperlukan tambahan bahan bakar untuk memperoleh campuran yang siap dibakar didalam silinder (Arifuddin, 1999).

Tapi pada akhir-akhir ini, guna memenuhi permintaan untuk membersihkan gas buang (exhaust emission), penggunaan bahan bakar yang

lebih ekonomi, kemampuan pengendalian yang telah disempurnakan. Karburator saat ini dilengkapi dengan peralatan tambahan sehingga membuat sistem karburator menjadi rumit. Untuk mengganti sistem karburator, diganti sistem bahan bakar EFI (Electronic Fuel Injection), untuk menjamin perbandingan bahan bakar dan udara (Air Fuel Ratio) yang masuk ke mesin dengan penginjeksian bahan bakar yang bekerja secara kelistrikan (electronic) sesuai dengan kondisi pengendalian (Farid I, 2005).

### 2.3 Hydrocarbon Crack System (HCS)

Metode pengemat bahan bakar sekarang ini yang banyak dipakai adalah Hydrocarbon Crack System (HCS). HCS sendiri adalah sistem memecah atom hidrokarbon menjadi atom hidrogen ( $H_2$ ) dan karbon (C) dengan media pipa katalis yang dipanaskan untuk menyuplai proses pembakaran mesin (Sukarmin, 2004), yang ditunjukkan pada Gambar 2. Panas yang digunakan yaitu panas luar atau exothermic dari mesin internal combustion (mesin kendaraan). Mulai dari blok mesin sampai exhaust knalpot dengan temperatur mencapai hingga  $400^\circ C$  (Tirtoatmodjo, 2009).



Gambar 2. Perlengkapan komponen HCS dan skema pemasangannya ([www.kr.co.id/web/detail](http://www.kr.co.id/web/detail))

Hydrogen yang digunakan adalah dari bahan bakar minyak (BBM) Oktan 88 (Premium) atau Oktan 92 (Pertamax). Premium rumus kimianya  $C_8H_{18}$  dan Pertamax rumus kimianya  $C_{10}H_{24}$ .  $C_8H_{18}$  jika dicrack atau diurai menjadi 8 atom carbon dan 18 atom hidrogen ( $H_2$ ), sedangkan  $C_{10}H_{24}$  jika dicrack atau diurai menjadi 10 atom karbon dan 24 atom hidrogen ( $H_2$ ). Gas hidrogen merupakan gas yang paling ringan, tidak berwarna dan tidak berbau, dan bersifat mudah terbakar dengan adanya oksigen. Gas hidrogen membantu menyempurnakan sistem pembakaran pada kendaraan bermotor dan diperoleh daya mesin yang lebih besar. Semakin tinggi nilai oktan yang digunakan semakin besar tenaga kendaraan yang akan dihasilkan (Suprpto, 2004).

HCS dapat diaplikasikan pada semua jenis kendaraan bermotor baik jenis motor 2 tak atau 4 tak, sistem karburator atau injeksi, dan bahkan motor diesel. HCS bertujuan untuk menambah

tenaga atau torsi. Bertambahnya tenaga secara tidak langsung membuat pengendara menekan pedal gas sedikit tetapi kendaraan sudah dapat melaju lebih cepat. Hal ini menyebabkan konsumsi BBM pada lubang spuyer karburator menjadi lebih sedikit sehingga konsumsi BBMnya menjadi lebih hemat (Kabarindo, 2012). Karena merupakan campuran berbagai bahan, daya bakar bensin berbeda-beda menurut komposisinya. Ukuran daya bakar ini dapat dilihat dari bilangan oktan setiap campuran.

### 1. Pipa Katalis

Katalis berfungsi untuk mempercepat reaksi dan menurunkan energi aktivasi sehingga reaksi berlangsung pada suhu kamar sedangkan tanpa katalis reaksi dapat berlangsung pada suhu  $250^\circ C$ , katalis yang biasa digunakan dalam reaksi transesterifikasi adalah katalis basa seperti pipa katalis untuk hidrokarbon (Mc Ketta, 1978). Pipa katalis disini memegang peran penting dapat juga sebagai Fire Flashback yaitu gas balik, sehingga tidak pernah mengalami fire flashback dari percikan api busi dalam ruang bakar ke tabung bahan bakar HCS. Pipa katalis terbuat dari pipa silinder tembaga dengan panjang 10 sampai 20 cm yang berisi batang aluminium (Niels, 2004). Batang aluminium digunakan sebagai katub pengatur aliran uap hidrogen dan karbon dari tabung bahan bakar HCS. Bentuk pipa katalis HCS ditampilkan pada Gambar 3. Dimana batang aluminium berada didalam pipa tembaga yang diameternya lebih kecil dari pipa tembaga luar. Material pipa katalis terdiri dari pipa tembaga dan batang aluminium yang memiliki karakteristik sebagai berikut.



Gambar 3. Bentuk dan bagian-bagian pipa katalis HCS (subchan, 2013)

### 2. Catalytic cracking

Catalytic cracking, mengubah hidrokarbon menjadi molekul sederhana untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas lebih ringan, produk lebih diinginkan dan mengurangi jumlah residu. Proses ini menyusun struktur molekul senyawa hidrokarbon untuk mengubah bahan baku berat menjadi pecahan yang lebih ringan seperti minyak tanah, bensin, LPG, minyak pemanas, dan bahan baku petrokimia. Catalytic cracking difasilitasi oleh katalis. Penggunaan katalis dalam reaksi

cracking meningkatkan hasil perbaikan produk-produk berkualitas dibawah kondisi operasi yang jauh lebih ringan dari pada thermal cracking. Suhu nya 850oF-950oF pada tekanan yang jauh lebih rendah 10-20 psi. Katalis yang digunakan biasanya bahan padat (zeolit, aluminium hydrosilicate, dll). (Hayati, 2012)

Catalytic cracking dapat dioperasikan pada tekanan dan suhu yang lebih rendah, karena terdapat katalis yang bekerja di dalamnya. Katalis tidak mengalami perubahan pada akhir reaksi, karena tidak memberikan energy kedalam system, tetapi katalis akan memberikan mekanisme reaksi alternative dengan energy pengaktifan yang lebih rendah dibandingkan dengan reaksi tanpa katalis, sehingga adanya katalis akan dapat dioperasikan pada tekanan dan suhu yang lebih rendah. (Endang, 2005) Contoh untuk penjelasan diatas adalah sebagai berikut.

Perengkahan hydrocarbon dengan menggunakan thermal cracking dapat mencapai 800oC dan tekanan 700kPa, sedangkan dengan menggunakan catalytic cracking ( katalis : Zeolit, aluminium hydrosilicate) hanya 850oF dan tekanan 10-20 psi. (Hayati, 2012)

#### D. Bahan Bakar Minyak

Bahan bakar adalah bahan-bahan yang di gunakan dalam proses pembakaran. Tanpa adanya bahan bakar tersebut pembakaran tidak akan mungkin dapat berlangsung. Banyak sekali jenis bahan bakar yang kita kenal dalam kehidupan kita sehari-hari. Penggolongan ini dapat dibagi berdasar dari asal nya bahan bakar dan di bagi menjadi tiga golongan, yaitu: bahan bakar nabati, mineral, dan fosil. Dilihat dari bentuk nya, bahan bakar di bagi menjadi tiga bentuk, yaitu bahan bakar padat, cair, dan gas. Namun demikian hingga saat ini bahan bakar yang paling sering di pakai adalah bahan bakar mineral cair. Karena banyaknya keuntungan-keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan bahan bakar dengan jenis mineral tersebut (Suprpto, 2004). Setiap bahan bakar memiliki karakteristik dan nilai pembakaran yang berbeda-beda. Karakteristik inilah yang menentukan sifat-sifat dalam proses pembakaran, dimana sifat yang kurang menguntungkan dapat di sempurnakan dengan jalan menambah bahan-bahan kimia ke dalam bahan bakar tersebut. Dengan harapan akan mempengaruhi daya anti knocking atau daya letup dari bahan bakar, dan dalam hal ini menunjuk apa yang dinamakan dengan bilangan oktan (octane number). Proses pembakaran bahan bakar dalam motor bensin atau mesin pembakaran dalam sangat di pengaruhi oleh bilangan oktan, sedangkan di motor Diesel sangat di pengaruhi oleh bilangan setana (cetane number) (arismunandar, 1988). Kebanyakan senyawa yang ditemukan dalam minyak bumi adalah gabungan dari hidrogen dan karbon atau disebut hidrokarbon. Sedangkan

senyawa lain seperti belerang, oksigen, dan nitrogen. Berbagai jenis rangkaian dari hidrokarbon ditemukan pada minyak mentah dan jenis rangkaian lain, yang dihasilkan dengan pemecahan dan hidrogenasi. Banyak jenis rangkaian tersebut diantaranya adalah jenis yang telah teridentifikasi di dalam minyak dengan rumus kimia sebagai berikut:  $C_nH_{2n+2}$ ,  $C_nH_{2n}$ ,  $C_nH_{2n-2}$ ,  $C_nH_{2n-4}$ ,  $C_nH_{2n-6}$ ,  $C_nH_{2n-8}$ ,  $C_nH_{2n-10}$ ,  $C_nH_{2n-14}$ ,  $C_nH_{2n-20}$ . Beberapa dari senyawa tersebut mempunyai tingkatan yang tidak pernah dihasilkan secara sintesis atau untuk kepentingan penelitian, dalam hal komposisi  $n = 5$  s/d 16. Berikut ini macam-macam bahan bakar minyak (Suprpto, 2004). Yang dimaksud dengan bahan bakar cair adalah bila dalam keadaan cuaca normal berbentuk cair, yang termasuk bahan bakar ini adalah bensin, premium, pertamax dan pertamax plus.

#### 1. Bensin

Bensin dihasilkan dari penyulingan minyak bumi jadi bensin termasuk minyak mineral, yang termasuk bensin adalah premium, super, hanya berbeda nilai oktanya. Bensin mempunyai angka oktan ( $C_8H_{18}$ ) sampai 80 % oktan dan 20 % ( $C_7H_{16}$ ), premium angka oktannya 80-92. Dan untuk super angka oktanya 92-100. angka oktan ini menyebabkan detonasi yang timbul makin kecil jadi makin tinggi angka oktannya makin mudah terbakar. Syarat bensin untuk bahan bakar:

- Bersih, tidak berwarna dan sifat netral
- Bebas dari belerang
- Bebas dari bahan padat yang tidak dapat terbakar
- Nilai kalornya 10500 s/d 11000 kkal/kg
- Stabil, tidak terjadi perubahan secara kimia maupun fisika
- Mempunyai nilai oktan minimum 70
- Titik didih bensin tidak boleh terlalu tinggi dan tidak boleh terlalu rendah, titik didihnya sekitar 31 s/d 207 °C
- Bebas dari air
- Tidak mengandung timah hitam

#### 2. Pertamax

Pertamax adalah bahan bakar minyak andalan Pertamina dengan RON atau oktan 92. Pertamax, seperti halnya Premium, adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi. Pertamax dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Pertamax pertama kali diluncurkan pada tahun 1999 sebagai pengganti Premix 98 karena unsur MTBE yang berbahaya bagi lingkungan. Selain itu, Pertamax memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan Premium. Pertamax direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi setelah tahun

1990, terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan Electronic Fuel Injection (EFI) dan catalytic converters (pengubah katalitik).

Keunggulan Pertamina Bebas timbal, Oktan atau Research Octane Number (RON) yang lebih tinggi dari Premium. Karena memiliki oktan tinggi, maka Pertamina bisa menerima tekanan pada mesin berkompresi tinggi, sehingga dapat bekerja dengan optimal pada gerakan piston. Hasilnya, tenaga mesin yang menggunakan Pertamina lebih maksimal, karena BBM digunakan secara optimal. Sedangkan pada mesin yang menggunakan Premium, BBM terbakar dan meledak, tidak sesuai dengan gerakan piston. Gejala inilah yang dikenal dengan 'knocking' atau mesin 'ngelitik'.

### **3. Pertamina Plus**

Pertamax Plus adalah bahan bakar minyak produksi Pertamina dengan RON atau oktan 95. Pertamina Plus, seperti halnya Pertamina dan Premium, adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi, dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Pertamina Plus merupakan bahan bakar yang sudah memenuhi standar performa International World Wide Fuel Charter (IWWFC). Pertamina Plus adalah bahan bakar untuk kendaraan yang memiliki rasio kompresi minimal 10,5, serta menggunakan teknologi Electronic Fuel Injection (EFI), Variable Valve Timing Intelligent (VVTI), (VTI), Turbochargers, dan catalytic converters. Keunggulan Bebas timbal, Oktan atau Research Octane Number (RON) yang lebih tinggi dari Pertamina. Karena memiliki oktan tinggi, maka Pertamina Plus bisa menerima tekanan pada mesin berkompresi tinggi. Sehingga dapat bekerja dengan optimal pada gerakan piston. Hasilnya, tenaga mesin yang menggunakan Pertamina Plus lebih maksimal, karena BBM digunakan secara optimal. Sedangkan pada mesin yang menggunakan Premium, BBM terbakar dan meledak tidak sesuai dengan gerakan piston. Gejala ini yang dikenal dengan 'knocking' atau mesin ngelitik. Bisa membersihkan timbunan deposit pada fuel injector, inlet valve, ruang bakar yang dapat menurunkan performa mesin kendaraan dan mampu melarutkan air di dalam tangki mobil sehingga dapat mencegah karat dan korosi pada saluran dan tangki bahan bakar.

### **E. Oktan**

Oktan adalah angka yang menunjukkan tingkat ketukan (knocking) yang ditimbulkan bensin terhadap mesin saat terjadi pembakaran. Ketukan terjadi ketika bahan bakar terbakar prematur di mesin, menyebabkan suara khas yang menyerupai ketukan. Ketukan pada mesin akan menyebabkan kerusakan dan membuat mesin tidak beroperasi secara efisien. Itu sebab, agar bekerja efisien mesin membutuhkan oktan tertentu yang direkomendasikan. Angka oktan diperoleh dengan

menguji bahan bakar dalam keadaan terkontrol. Angka oktan memiliki dua versi yaitu research octane number (RON) dan motor octane number (MON). Angka-angka ini diperoleh setelah bensin melalui pengujian dalam situasi yang berbeda, dengan MON lebih menekankan pada performa mesin untuk melihat bagaimana bahan bakar berperilaku pada berbagai situasi. Angka oktan yang terdapat di pompa bensin seringkali mencerminkan nilai rata-rata antara RON dan MON. Angka oktan dikalibrasi untuk membentuk skala. Dua bahan kimia, heptana dan iso-oktana, dijadikan standar pada skala, dengan heptana memiliki nilai 0 dan iso-oktana memiliki nilai 100. Ketika bahan bakar diuji dalam sebuah mesin, kinerjanya dibandingkan dengan campuran heptana dan iso-oktana untuk melihat perpaduan paling sesuai. Jika campuran meliputi 20% heptana dan 80% iso-oktana, misalnya, maka bahan bakar tersebut memiliki angka oktan 80. Angka oktan dapat disesuaikan dengan menambahkan aditif untuk menaikkan nilainya. Meskipun iso-oktana memiliki skala 100, tetap dimungkinkan untuk membuat bahan bakar dengan oktan di atas 100. Bahan bakar kinerja tinggi sering memiliki nomor oktan sangat tinggi, seperti bahan bakar roket yang memiliki angka oktan lebih dari 100. Semakin tinggi angka oktan, semakin besar tekanan yang dibutuhkan bahan bakar untuk terbakar. Jika bahan bakar oktan rendah digunakan di mesin yang dirancang untuk oktan tinggi, bahan bakar bisa meledak atau menyebabkan ketukan hebat yang bisa merusak mesin. Agar awet, pemilik kendaraan harus menggunakan bahan bakar dengan oktan sesuai yang direkomendasikan. Oktan merupakan Angka indikator pada bahan bakar hidrokarbon jenis bensin yang menunjukkan kemudahan bahan bakar untuk menyala sempurna ketika bersentuhan dengan nyala api pembakaran (ignition) selama proses pembakaran. Angka Oktan ini merupakan perbandingan kadar % Iso Octane dalam campuran bahan bakar. Dengan kata lain, makin tinggi angka oktan maka semakin berkurang kemungkinan untuk terjadinya denotasi (knocking). Dengan berkurangnya intensitas untuk berdenotasi, maka campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh torak menjadi lebih baik sehingga tenaga motor akan lebih besar dan pemakaian bahan bakar menjadi lebih hemat.

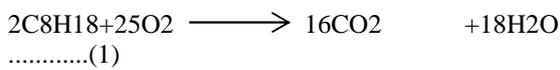
### **F. Pembakaran dan Gas Buang**

Pembakaran terjadi karena ada tiga komponen yang bereaksi, yaitu bahan bakar, oksigen dan panas, jika salah satu komponen tersebut tidak ada maka tidak akan timbul reaksi pembakaran.



Gambar 5. Diagram Alir pembakaran dan gas buang.  
 Sumber: Motor bakar 1, 2007

Gambar di atas merupakan reaksi pembakaran sempurna, dimana diasumsikan semua bensin terbakar dengan sempurna perbandingan udara dan bahan bakar 14,7 : 1. Persamaan reaksi pembakaran sempurna adalah sebagai berikut :



Perlu juga diketahui bahwa pada umumnya jika dilihat pada prakteknya pembakaran dalam mesin sebenarnya tidak pernah terjadi pembakaran dengan sempurna meskipun mesin sudah dilengkapi dengan sistem kontrol yang canggih. Dalam mesin bensin terbakar ada tiga hal yaitu; bensin dan udara bercampur homogen dengan perbandingan 1:14,7, campuran tersebut dimanfaatkan oleh gerakan piston hingga tekanan dalam silinder 12 bar sehingga menimbulkan panas, kemudian campuran tersebut bereaksi dengan panas yang dihasilkan oleh percikan bunga api busi, dan terjadilah pembakaran pada tekanan tinggi sehingga timbul ledakan dahsyat. Karena pembakaran diawali dengan percikan bunga api busi maka mesin jenis ini disebut juga spark-ignition engine atau mesin pengapian busi. Proses pembakaran mesin bensin tidak terjadi dengan sempurna karena lima alasan sebagai berikut :

1. Waktu pembakaran singkat
2. Overlapping katup
3. Udara yang masuk tidak murni hanya oksigen
4. Bahan bakar yang masuk tidak murni
5. Kompresi tidak terjamin rapat sempurna.

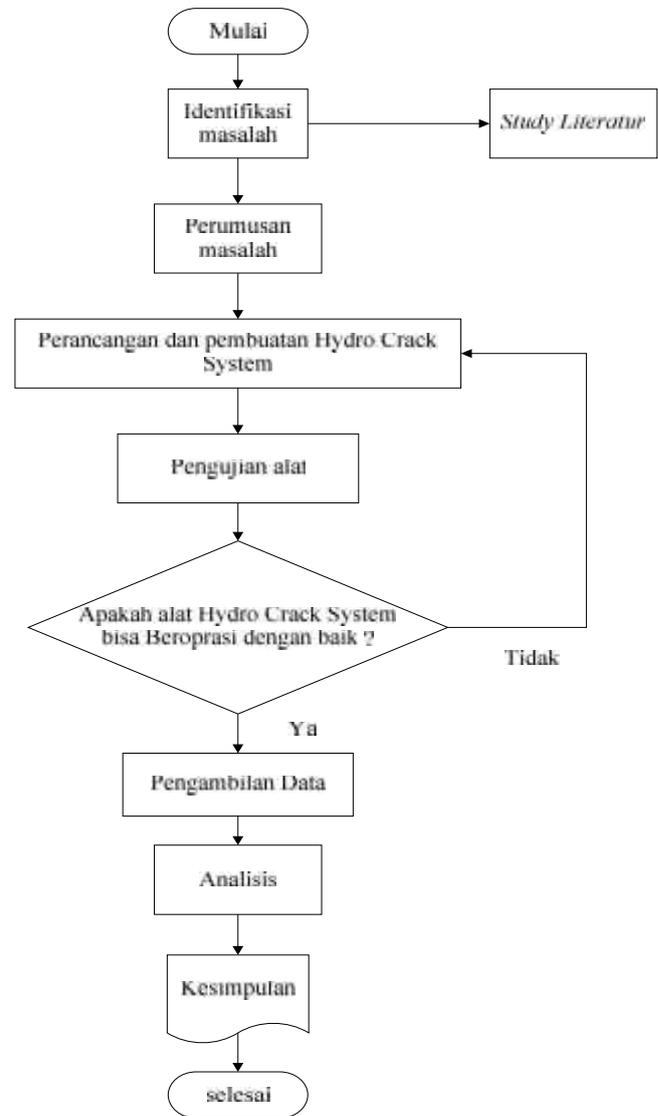
Pembakaran tidak sempurna itu menghasilkan gas buang beracun, misalnya CO, HC, NO<sub>x</sub>, Pb, SO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> dan juga masih menyisakan oksigen disalurkan gas buang.

### 3 Metodologi Penelitian

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Sehingga analisis data dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Langkah

selanjutnya adalah mendeskripsikan data tersebut dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti. Diharapkan dapat memperoleh data perbandingan emisi gas buang CO dan HC yang dihasilkan kendaraan yang sebelum dan sesudah menggunakan.

### 3.1 Diagram Alir



Gambar 6. Diagram Alir

### B. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa *variable* yang terkait, diantaranya adalah :

#### 1. Variable Control

- Variable Control dalam penelitian ini adalah:
- a. Mesin toyota kijang 5K
  - b. Bahan bakar premium pada tank kendaraan
  - c. Sistem *Hydrocrabon Crack System*

#### 2. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi putaran mesin dalam satuan *Rpm* dan variasi

jenis bahan bakar yang digunakan pada Sistem *Hydrocarbon Crack System*

### 3. Variabel Terkait

Variabel Terkait dalam penelitian ini adalah kadar emisi gas buang. Kadar emisi gas buang yang dilakukan pengujian adalah hidrokarbon (HC), dan karbon monoksida (CO)

## C. Waktu Dan Tempat Penelitian

### 1. Tempat penelitian

Penelitian dan pengambilan data dilakukan Lab Motor Bakar UB Malang

### 2. Waktu penelitian

Penelitian dan pengambilan data dilakukan pada tanggal 24 Agustus 2014

## D. Alat Uji

### 1. Engine Uji

Engine stand yang di pergunakan untuk melakukan pengujian adalah menggunakan Toyota seri 5K. Spesifikasi engine stand Toyota 5K adalah:

1. Mesin : Toyota Kijang 5K Tahun 1987
2. Tipe Mesin : 4 Silinder Segaris, 8 Katup, OHV
3. Isi Silinder : 1486 cc

(Sumber:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota\\_K\\_engine](http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_K_engine) )



Gambar 6. Engine Stand Toyota Kijang 5K

Sumber:Foto Pribadi

### 2. Pengukuran Emisi Gas Buang

Gas Analyzer akan menganalisis kandungan gas buang dan penghitungan campuran udara dan bahan bakar ( $\lambda$ ). Gas buang di ukur dengan memasukan probe kedalam knalpot. Gas buang yang dianalisis telah di pisahkan dari kandungan airnya melalui saringan kondensasi yang lalu di teruskan ke sel pengukuran. Pemancar akan menghasilkan sinar inframerah yang di kirim melalui filter optis ke penerima sinar inframerah untuk menganalisa kandungan gas buang CO, HC, CO<sub>2</sub> yang lalu diteruskan ke amplifier dan selanjutnya di tampilkan di display. Gas yang terdapat pada sel ukur akan menyerap sinar inframerah dengan panjang gelombang yang berbeda tergantung dari masing masing konsentrasi gas. Gas H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, dan O<sub>2</sub> akan membentuk komposisi molekul dan tidak menyerap sinar

inframerah sehingga pengukuran ketiga komponen tersebut melalaui sensor kimia. (Rifa' an amini, 2011)



Gambar 7. Gas Analyzer Tecno Tes

Sumber:Foto Pribadi

### E. Pengambilan Data

Pada penelitian ini untuk pengukuran emisi gas guang CO dan HC digunakan desain eksperimen faktorial  $14 \times 4$ , definisi dari desain eksperimen adalah yang semua (hampir semua) taraf sebuah faktor tertentu dikombinasikan dalam eksperimen tersebut, pada penelitian ini terdapat empat variabel bebas yang kemudian pada desain eksperimen tersebut disebut faktor. Faktor pertama (A) mempunyai empat taraf yaitu tanpa penggunaan. Hidrocarbon Crack System (HCS), penggunaan Hidrocarbon Crack System (HCS) dengan bahan bakar pertamax, pertamax plus, v-power. Sedangkan faktor kedua (B) mempunyai 14 taraf yaitu variasi RPM engine 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2250, 2500, 2750, 3000, 3250, 3500, 3750, 4000 dan. Sehingga pada eksperimen ini diperoleh desain eksperimen faktorial  $14 \times 4$ , dengan demikian diperlukan 56 kondisi eksperimen atau 56 kombinasi perlakuan yang berbeda-beda. Pada masing-masing perlakuan dilakukan tiga kali replikasi, sehingga tiap perlakuan diperoleh tiga data. Karena pada tiap perlakuan dilakukan replikasi sebanyak tiga kali, maka pada eksperimen faktorial  $14 \times 4$  ini akan diperoleh sebanyak 166 data.

## 4 Hasil Penelitian

Data hasil penelitian dan pengujian emisi gas buang engine yang di pengaruhi oleh Hydrogen Crack System yang dilaksanakan di Lab motor bakar UB Malang dengan menggunakan alat uji emisi gas buang sebagai berikut :

### 4.1 Emisi gas buang kadar CO

**Tabel 1.** Data hasil pengujian pengaruh *Hydrogen Crack System* terhadap kadar CO pada emisi gas buang.

Tabel 1. hasil pengujian CO

No	Putaran mesin	Kadar CO (%)			
		Engine standar	Engine dengan penggunaan Hydrocarbon Crack System		
		Bensin	Pertamax	Pertamax Plus	V Power
1	750	3,41	3,21	3,12	2,95
		3,46	3,26	3,17	3
		3,51	3,31	3,22	3,05
2	1000	3,04	2,86	2,76	2,67
		3,09	2,91	2,81	2,72
		3,14	2,96	2,85	2,77
3	1250	2,69	2,43	2,34	2,21
		2,74	2,48	2,39	2,26
		2,79	2,53	2,42	2,31
4	1500	2,53	2,36	2,23	2,1
		2,58	2,41	2,28	2,15
		2,43	2,26	2,13	2
5	1750	2,42	2,34	2,14	1,98
		2,46	2,39	2,19	2,03
		2,41	2,29	2,09	1,93
6	2000	2,36	2,12	1,96	1,81
		2,34	2,17	2,01	1,86
		2,37	2,22	2,06	1,91
7	2250	2,32	2,01	1,91	1,74
		2,27	2,06	1,86	1,69
		2,22	2,03	1,81	1,64
8	2500	2,3	1,95	1,8	1,72
		2,25	1,93	1,85	1,77
		2,18	1,92	1,9	1,82
9	2750	2,21	1,93	1,73	1,61
		2,16	1,88	1,81	1,56
		2,11	1,83	1,8	1,51
10	3000	2,06	1,85	1,72	1,57
		2,1	1,82	1,77	1,62
		2,09	1,86	1,82	1,67
11	3250	2,38	1,91	1,6	1,54
		2,43	1,96	1,65	1,59
		2,48	2,01	1,7	1,64
12	3500	2,46	2,24	1,93	1,79
		2,49	2,27	1,96	1,82
		2,52	2,3	1,99	1,85
13	3750	2,56	2,34	2,23	2,11
		2,63	2,39	2,28	2,16
		2,64	2,41	2,33	2,21
14	4000	2,66	2,43	2,35	2,14
		2,69	2,49	2,3	2,19
		2,56	2,44	2,37	2,14

Tabel 2. hasil pengujian HC

No	Putaran mesin	Kadar HC (ppm)			
		Engine standar	Engine dengan penggunaan Hydrocarbon Crack System		
		Bensin	Pertamax	Pertamax Plus	V Power
1	750	1254	1189	1101	1041
		1251	1182	1105	1042
		1252	1187	1102	1041
2	1000	1102	1054	992	957
		1105	1053	991	951
		1106	1052	994	953
3	1250	1011	986	976	932
		1012	982	971	931
		1014	983	974	935
4	1500	985	971	957	932
		983	972	952	931
		982	976	956	933
5	1750	965	955	947	911
		964	954	942	912
		962	956	945	914
6	2000	950	932	924	902
		951	934	923	901
		953	937	929	904
7	2250	922	912	897	874
		921	914	891	871
		923	916	892	875
8	2500	916	902	881	867
		912	904	882	862
		913	906	888	864
9	2750	872	853	798	769
		871	852	792	762
		873	856	793	763
10	3000	809	785	774	752
		801	781	771	753
		804	782	772	754
11	3250	792	776	764	741
		791	772	763	742
		793	775	762	744
12	3500	768	745	736	724
		762	741	732	721
		764	742	734	722
13	3750	720	712	691	683
		721	711	692	681
		725	717	696	684
14	4000	833	821	812	805
		832	822	812	804
		834	824	811	808

### B. Emisi gas buang kadar HC

Tabel 2. Data hasil pengujian pengaruh *Hydrogen Crack System* terhadap kadar HC pada emisi gas buang.

### B. Tabel Anova CO

Tabel 3 Anova kadar CO

Sumber Variasi	Dk	Jumlah Kuadrat	Mean Kuadrat	Fh	Ft 5%
Jenis Bahan Bakar	3	5,9116	1,9730	946,786	
Putaran Mesin (Rpm)	13	24,8006	1,9077	915,46	
Interaksi (Jenis Bahan Bakar dan Putaran Mesin (Rpm))	39	0,3918	0,01004	4,82127	
Error	112	0,2334	0,0020		
Total	167	31,3451			

**1.Hipotesis untuk pengaruh jenis bahan bakar terhadap kadar CO (%).**

**a.Hipotesis pengaruh jenis bahan bakar terhadap kadar CO(%).**

1. Perumusan hipotesis  
 $H_0$  = Jenis bahan bakar tidak berpengaruh terhadap hasil kadar CO  
 $H_1$  = Jenis Bahan bakar berpengaruh terhadap hasil kadar CO
2. Dasar pengambil keputusan
  - a. Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima
  - b. Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak

**b.Interpretasi output ANOVA untuk uji pengaruh jenis bahan bakar**

Untuk mengetahui bahwa harga harga F tersebut signifikan atau tidak, maka perlu di dibandingkan dengan F tabel.  
 Untuk Kolom ( Penggunaan HCS dengan variasi jenis bahan bakar ) harga F tabel dicari dengan berdasarkan df antara kolom (pembilang)= 3 dan df dalam (penyebut)= 112 ( $F_{3:112}$ ). Berdasarkan df (3:112), maka harga F tabel = 2,69 untuk 5% . Karena harga F hitung lebih besar daripada F tabel ( 946,786 > 2,69 ) maka  $H_0$  di tolak dan  $H_1$  diterima. Hal ini berarti terdapat perbedaan penggunaan HCS dengan variasi jenis bahan bakar sesudah dan sebelum penggunaan. Penggunaan HCS dapat menurunkan kadar emisi gas buang CO untuk setiap variasi putaran mesin secara signifikan.

**2.Hipotesis untuk pengaruh putaran mesin terhadap kadar CO (%).**

**a.Hipotesis pengaruh putaran mesin terhadap kadar CO.**

1. Perumusan hipotesis  
 $H_0$  = Putaran mesin tidak berpengaruh terhadap kadar CO  
 $H_1$  = Putaran mesin berpengaruh terhadap kadar CO
2. Dasar pengambil keputusan
  - a. Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima
  - b. Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak

**b.Interpretasi output ANOVA untuk uji pengaruh putaran mesin.**

Untuk Baris (Pengaruh variasi putaran mesin terhadap kadar CO pada emisi gas buang) harga F tabel dicari dengan berdasarkan df antara baris (pembilang)= 13 dan df dalam (penyebut)= 112 ( $F_{13:112}$ ). Berdasarkan df (13:112), maka harga F tabel = 1,81 untuk 5% . Karena harga F hitung lebih besar daripada F tabel ( 915,46 > 1,81 ) maka  $H_0$  di tolak dan  $H_1$  diterima. Hal ini berarti

terdapat penurunan produktifitas kadar CO pada emisi gas buang berdasarkan variasi putaran mesin secara signifikan.

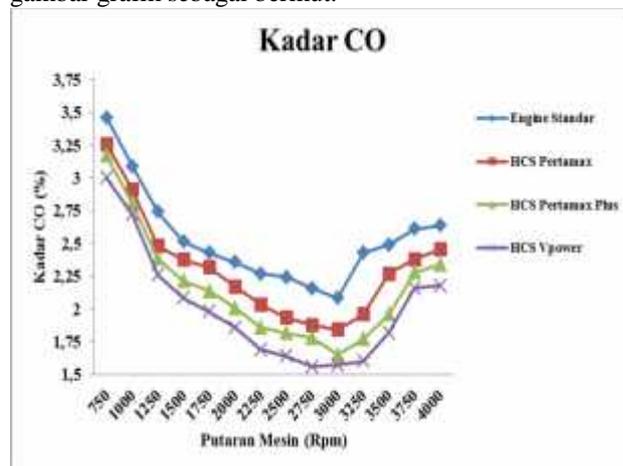
**3.Hipotesis untuk pengaruh interaksi bersama antara jenis bahan bakar dan putaran mesin terhadap kadar CO (%).**

**a.Memeriksa pengaruh interaksi bersama antara jenis bahan bakar dan putaran mesin terhadap kadar CO.**

1. Perumusan hipotesis  
 $H_0$  = Jenis bahan bakar dan putaran mesin secara bersama – sama tidak berpengaruh terhadap hasil kadar CO  
 $H_1$  = Jenis bahan bakar dan putaran mesin secara bersama – sama berpengaruh terhadap hasil kadar CO
2. Dasar pengambil keputusan
  - a. Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima
  - b. Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak

**b.Interpretasi output ANOVA untuk uji pengaruh interaksi bersama antara jenis bahan bakar dan putaran mesin terhadap kadar CO .**

Untuk Interaksi harga F tabel dicari dengan berdasarkan df antara interaksi (pembilang)= 39 dan df dalam (penyebut)= 112 ( $F_{39:112}$ ) . Berdasarkan df (39:112), maka harga F tabel = 1,50 untuk 5% . Karena harga F hitung lebih besar daripada F tabel ( 4,82127 > 1,50 ) maka  $H_0$  di tolak dan  $H_a$  diterima. Hal ini berarti terdapat intraksi yang signifikan antara penggunaan HCS dengan variasi jenis bahan bakar dengan penurunan produktifitas kadar CO pada emisi gas buang berdasarkan pengaruh variasi putaran mesin terhadap kadar CO pada emisi gas buang pada lampiran satu didapatkan gambar grafik sebagai berikut.



Gambar 7. Kadar CO pada emisi gas buang

Dari Gambar 7. Pengaruh putaran mesin dan variasi jenis bahan bakar menunjukkan bahwa pada

putaran 3000 Rpm sampai dengan 3250 Rpm menghasilkan kadar CO paling rendah untuk hampir di setiap jenis bahan bakar yang dipergunakan, hal ini disebabkan ada tambahan gas hidrogen dalam ruang bakar hal tersebut menyebabkan emisi gas buang lebih baik dari sebelum menggunakan HCS dan juga disebabkan pengaruh putaran mesin di karenakan semakin tinggi putaran mesin maka semakin tinggi frekuensi locatan bunga api yang menjadikan pembakaran baik dikarenakan bahan bakar terbakar habis pada ruang bakar, namun pada putaran 3500 Rpm dan 4000 cenderung meningkat untuk hampir setiap jenis bahan bakar hal tersebut di karenakan campuran bahan bakar yang terlalu kaya dan nilai oktan yang rendah dan juga bisa dikarenakan campuran bahan bakar yang terlalu kaya dan nilai oktan yang rendah. Vpower secara keseluruhan dalam penelitian ini menghasilkan gas CO sedikit lebih rendah jika dibandingkan dengan pertamax plus dan pertamax. Nilai CO terendah yang dicapai V-power pada putaran 3250 Rpm yaitu 1,9 % namun pada putaran selanjutnya pada putaran selanjutnya dari 3 jenis bahan bakar tersebut akan mengalami kenaikan kadar CO pada gas buang yang dihasilkan, hal ini disebabkan adanya penambahan jumlah campuran bahan bakar dan udara baru akibat kenaikan putaran mesin di dalam proses untuk meningkatkan daya, sehingga pembakaran sempurna tidak tercapai

### C. Tabel Anova HC

Tabel 4.7 Anova kadar HC

Sumber Variasi	Dk	Jumlah Kuadrat	Mean Kuadrat	Fh
Jenis Bahan Bakar	3	122533,0655	40844,35516	8440,16
Putaran Mesin	13	2339503,101	179961,777	37187,7
Interaksi (Jenis bahan bakar dan Putaran mesin)	39	63502,35119	1628,265415	336,468
Error	112	542,0000001	4,839285715	
Total	167	2526080,518		

#### 1.Hipotesis untuk pengaruh jenis bahan bakar terhadap kadar HC (ppm)

##### a.Hipotesis pengaruh jenis bahan bakar terhadap kadar HC (ppm)

- Perumusan hipotesis  
H0 = Jenis bahan bakar tidak berpengaruh terhadap hasil kadar HC  
H1 = Jenis Bahan bakar berpengaruh terhadap hasil kadar HC
- Dasar pengambil keputusan
  - Jika F hitung > F tabel, maka H0 ditolak dan H1 diterima

b. Jika F hitung < Ftabel, maka H0 diterima dan H1 ditolak

##### b.Interpretasi output ANOVA untuk uji pengaruh jenis bahan bakar

Untuk mengetahui bahwa harga harga F tersebut signifikan atau tidak, maka perlu di bandingkan dengan F tabel.

Untuk Kolom ( Penggunaan HCS dengan variasi jenis bahan bakar ) harga F tabel dicari dengan berdasarkan df antara kolom (pembilang)= 3 dan df dalam (penyebut)= 112 ( $F_{3;112}$ ). Berdasarkan df (3:112), maka harga F tabel = 2,69 untuk 5% . Karena harga F hitung lebih besar daripada F tabel (8440,16 > 2,69 ) maka H0 di tolak dan H1 diterima. Hal ini berarti terdapat perbedaan penggunaan HCS dengan variasi jenis bahan bakar sesudah dan sebelum penggunaan. Penggunaan HCS dapat menurunkan kadar emisi gas buang HC untuk setiap variasi putaran mesin secara signifikan.

#### 2.Hipotesis untuk pengaruh putaran mesin terhadap kadar HC (ppm)

##### a.Hipotesis pengaruh putaran mesin terhadap kadar HC

- Perumusan hipotesis  
H0 = Putaran mesin tidak berpengaruh terhadap kadar HC  
H1 = Putaran mesin berpengaruh terhadap kadar HC
- Dasar pengambil keputusan
  - Jika F hitung > F tabel, maka H0 ditolak dan H1 diterima
  - Jika F hitung < Ftabel, maka H0 diterima dan H1 ditolak

##### b.Interpretasi output ANOVA untuk uji pengaruh putaran mesin

Untuk Baris (Pengaruh variasi putaran mesin terhadap kadar CO pada emisi gas buang) harga F tabel dicari dengan berdasarkan df antara baris (pembilang)= 13 dan df dalam (penyebut)= 112 ( $F_{13;112}$ ). Berdasarkan df (13:112), maka harga F tabel = 1,81 untuk 5% . Karena harga F hitung lebih besar daripada F tabel (37187,7 > 1,81 ) maka H0 di tolak dan H1 diterima. Hal ini berarti terdapat penurunan produktifitas kadar HC pada emisi gas buang berdasarkan variasi putaran mesin secara signifikan.

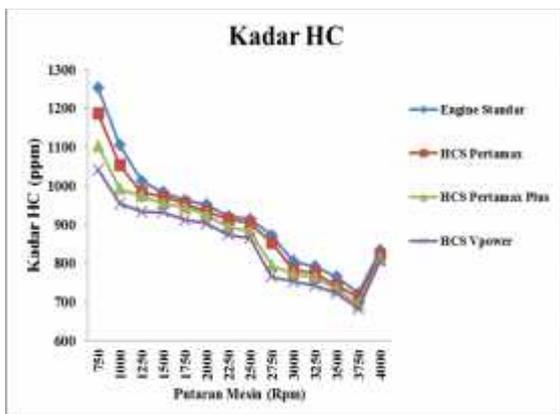
#### 3.Hipotesis untuk pengaruh interaksi bersama antara jenis bahan bakar dan putaran mesin terhadap kadar HC(ppm)

**a. Memeriksa pengaruh interaksi bersama antara jenis bahan bakar dan putaran mesin terhadap kadar HC**

1. Perumusan hipotesis  
 $H_0$  = Jenis bahan bakar dan putaran mesin secara bersama – sama tidak berpengaruh terhadap hasil kadar HC  
 $H_1$  = Jenis bahan bakar dan putaran mesin secara bersama – sama berpengaruh terhadap hasil kadar HC
2. Dasar pengambil keputusan
  - a. Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima
  - b. Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak

**b. Interpretasi output ANOVA untuk uji pengaruh interaksi bersama antara jenis bahan bakar dan putaran mesin terhadap kadar HC**

Untuk Interaksi harga F tabel dicari dengan berdasarkan df antara interaksi (pembilang)= 39 dan df dalam (penyebut)= 112 ( $F_{39;112}$ ). Berdasarkan df (39:112), maka harga F tabel = 1,50 untuk 5% . Karena harga F hitung lebih besar daripada F tabel ( $336,468 > 1,50$ ) maka  $H_0$  di tolak dan  $H_a$  diterima. Hal ini berarti terdapat intraksi yang signifikan antara penggunaan HCS dengan variasi jenis bahan bakar dengan penurunan produktifitas kadar HC pada emisi gas buang berdasarkan pengaruh variasi putaran mesin pengaruh putaran mesin. Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian kadar HC pada emisi gas buang pada lampiran satu didapatkan gambar grafik sebagai berikut.



Gambar 8. Kadar HC pada emisi gas buang

Dari **gambar 8.** didapatkan bahwa pengaruh putaran mesin dengan variasi jenis bahan bakar menunjukkan perbandingan gas HC dari emisi gas buang yang dihasilkan pada engine standar tanpa HCS dan dengan menggunakan HCS dengan variasi bahan bakar yang dipergunakan pertamax, pertamax plus, v power dengan variasi putaran 750 Rpm sampai 4000 Rpm. Pada putaran awal 750 Rpm menghasilkan gas buang dengan kadar HC paling tinggi untuk semua perlakuan yang di

gunakan dalam penelitian ini hal tersebut bisa disebabkan pada saat penyalaaan awal *engine stand* sekitar dinding-dinding ruang bakar bertemperatur rendah, dimana temperatur itu tidak mampu melakukan pembakaran. Namun pada putaran selanjutnya kadar HC mengalami penurunan dan penurunan terendah terjadi pada putaran mesin 3750 Rpm. Kadar HC terendah pada gas buang terjadi pada putaran 3750 Rpm pada setiap perlakuan dalam penelitian hal tersebut disebabkan ada tambahan gas hidrogen dalam ruang bakar yang menyebabkan emisi gas buang lebih baik pada perlakuan penggunaan HCS dan bisa juga disebabkan pengaruh putaran mesin di karenakan semakin tinggi putaran mesin maka semakin tinggi frekuensi locatan bunga api yang menjadikan pembakaran baik dikarenakan bahan bakar terbakar habis pada ruang bakar namun pada penelitian ini pada saat putaran 4000 Rpm mengalami kenaikan di setiap perlakuan dalam penelitian ini hal ini dapat di sebabkan oleh hal ini disebabkan adanya penambahan jumlah campuran bahan bakar dan udara baru yang tidak sesuai dengan AFR akibat kenaikan putaran mesin di dalam proses untuk meningkatkan daya, sehingga pembakaran sempurna tidak tercapai, hal lain bisa disebabkan oleh pembakaran yang terlalu maju atau mundur yang menyebabkan bahan bakar tidak dapat secara sempurna atau udara yang masuk pada ruang bakar dan tidak murni oksigen dan bahan bakar yang masuk kedalam ruang bakar serta tidak terjadi pengabutan yang sempurna pada karbulator .

**5 Kesimpulan dan Saran**

**A. Kesimpulan**

Dari penelitian pengaruh jenis bahan bakar terhadap *penggunaan Hydrocarbon crack system* pada emisi gas buang *engine stand* tipe 5K dapat diambil kesimpulan, yaitu :

1. Dari hasil pengujian penggunaan *Hydrocarbon crack system* didapatkan nilai kadar gas karbonmonoksida (CO) terendah pada putaran mesin 3000 Rpm sebesar (1,59%) dengan penggunaan bahan bakar v-power. Dari hasil pengujian penggunaan HCS dengan menggunakan vpower lebih baik terhadap kadar karbonmonoksida (CO) pada emisi gas buang karena didapatkan nilai kadar CO terendah. Dari hasil pengujian penggunaan *Hydrocarbon crack system* didapatkan nilai kadar gas karbonmonoksida (CO) masih dalam ambang batas yang di izinkan yaitu  $< 4,5\%$
2. Dari hasil pengujian penggunaan *Hydrocarbon crack system* didapatkan nilai kadar gas hidrocarbon (HC) terendah pada putaran mesin 3750 Rpm sebesar 690 ppm dengan penggunaan bahan bakar v-power dan nilai kadar gas hidrocarbon HC. Dari hasil pengujian penggunaan HCS dengan menggunakan vpower lebih baik

terhadap kadar karbonmonoksida (HC) pada emisi gas buang karena didapatkan nilai kadar HC terendah. Dari hasil pengujian penggunaan *Hydrocarbon crack system* didapatkan nilai kadar gas karbonmonoksida (HC) diatas ambang batas yang di izinkan yaitu 1200 ppm

## B. Saran

Saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk meneliti lebih jauh penggunaan *Hydrocarbon crack system* dengan variabel ukuran katalist.

2. Pengujian HCS (*Hydrocarbon Crack System*) pada jenis tipe engine yang berbeda akan mendapatkan hasil emisi gas buang yang beragam.

## 6 Daftar Pustaka

Arends, BPM Dan Berenshoot. (1980). *Motor Bensin*. Jakarta:Erlangga

I Gusti Bagus Wijaya Kusuma. (2002). *Alat Penurun Emisi Gas Buang Pada Motor, Mobil, Motor Tempel Dan Mesin Pembakaran Tak Bergerak*, Bali : Universitas Udayana

I Gusti Ngurah Putu Tenaya dan Made Hardiana. (2011). *Pengaruh Air Fuel Ratio Terhadap Emisi Gas Buang Berbahan Bakar Lpg Pada Ruang Bakar Model Helle-Shaw Cell*, Bali : Universitas Udayana

Irawan,Bambang dan Nurhadi. (2007). *Motor Bakar 1*, Malang : Politeknik Negeri Malang

Irvan Adhi Eko Putro dan Imam Abadi, ST, MT., (2013). *Rancang Bangun Alat Ukur Emisi Gas Buang, Studi Kasus: Pengukuran Gas Karbon Monoksida (CO)*, Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Muadi Ikhsan. (2013). *Pengaruh Jumlah Katalisator Pada Hydrocarbon Crack System (Hcs) Dan Jenis Busi Terhadap Daya Mesin Sepeda Motor Yamaha Jupiter Z Tahun 2008*, Surakarta : FKIP-UNS

Raden Kharisma Wahyu Brimasta dan Dwi Heru Sutjahjo, (2013). *Kadar Emisi Gas Buang Mesin Mobil Toyota Kijang 5k Dengan Menggunakan Bahan Bakar Lpg Komparasi Bahan Bakar Bensin*, Surabaya : Universitas Negeri Surabaya

Samsudi Raharjo dan Solechan, (2013). *Studi Pengaruh Penambahan Pipa Katalis Hydrocarbon Crack System Terhadap Penghematan Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Pada Mobil Kijang Super 1500 CC*, Semarang : Universitas Muhammadiyah Semarang

Tasimintoro, Aris. (2013). *Analisis Pengaruh Penggunaan Water-Methanol Injection (WNI) Berbasis Mikrokontroler Terhadap Emisi Gas Buang Pada Toyota Kijang 5K*, Malang : Politeknik Negeri Malang