

HASIL PENELITIAN



**PENGARUH WAKTU PENGAPIAN (*IGNITION TIMING*)
TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MOBIL DENGAN
SISTEM BAHAN BAHAN BAKAR INJEKSI (EFI)**

**Oleh :
Gunadi, S.Pd
NIP. 19770625 200312 1 002**

Dibiayai oleh Dana DIPA BLU Universitas Negeri Yogyakarta Tahun 2010
Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Dosen Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta Tahun 2010
Nomor Kontrak: 1411.32/H34.15/PL/2010

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
TAHUN 2010**

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN

1. Judul Penelitian : **Pengaruh Waktu Pengapian (*Ignition Timing*) terhadap Emisi Gas Buang pada Mobil dengan Sistem Bahan Bakar Injeksi (EFI)**

2. Kepala Proyek Penelitian :
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Gunadi, S.Pd.
 - b. NIP : 19770625 200312 1 002
 - c. Pangkat/ Golongan : Penata Muda/III a
 - d. Jabatan : Asisten Ahli
 - e. Pengalaman Bidang Penelitian : Ya/ ~~Tidak~~
 - f. Fakultas/Jurusan : Teknik/ Jurdiknik Otomotif
 - g. Bidang Keahlian : Pendidikan Teknologi Kejuruan
 - h. Universitas : Universitas Negeri Yogyakarta
 - i. Waktu Penelitian : 4 bulan

3. Jenis Penelitian : Kelompok/~~Mandiri~~

4. Jumlah Tim Peneliti : 2 (dua) Orang

5. Jangka Waktu Penelitian : 4 (Empat) Bulan

6. Bidang Ilmu : ~~Pendidikan~~/ Non Kependidikan

7. Lokasi Penelitian : Bengkel Otomotif Jurdiknik Otomotif

8. Kerjasama : ----

9. Biaya Yang Diperlukan
 - a. Sumber dari Fakultas : Rp. 5.000.000,00
 - b. Sumber lain : -
 - Jumlah : Rp. 5.000.000,00 (Lima Juta Rupiah)

Yogyakarta, 7 April 2010

Mengetahui:

Dekan,

BPP Fakultas,

Peneliti,

Wardan Suyanto, Ed.D
NIP. 19540810 197803 1 001

Suyitno HP, MT
NIP.

Gunadi, S.Pd.
NIP. 19770625 200312 1 02

A. Judul Penelitian

Pengaruh Waktu Pengapian (*Ignition Timing*) terhadap Emisi Gas Buang pada Mobil dengan Sistem Bahan Bakar Injeksi (EFI)

B. Abstrak

Penelitian ini direncanakan sebagai penelitian eksperimen yang mempunyai tujuan utama untuk mengetahui pengaruh penyetelan waktu pengapian (*timing ignition*) terhadap emisi gas buang pada mobil yang menggunakan sistem bahan bakar injeksi (EFI). Alasan pengambilan judul ini yang pertama adalah produsen kendaraan baru (teknologi EFI) biasanya mensyaratkan bahan bakar tanpa timbal (pertamax plus di Indonesia), namun kenyataannya sebagian besar pengguna kendaraan EFI masih menggunakan bensin (premium) dengan alasan murah, padahal titik nyala kedua bahan bakar tersebut berbeda. Kedua, sebagian besar orang beranggapan bahwa apabila mobil sudah bermesin EFI, maka pastilah emisi gas buangnya rendah, berdasarkan pengalaman di lapangan, banyak mobil-mobil bermesin EFI tidak lolos uji emisi karena menghasilkan emisi gas buang yang melebihi ambang batas yang telah ditetapkan. Hal ini juga dipengaruhi oleh standar ambang batas uji emisi untuk kendaraan bermesin EFI lebih ketat, bila dibanding kendaraan bermesin konvensional (karburator). Waktu pengapian yang tidak tepat mengakibatkan pembakaran yang tidak sempurna akan menyebabkan kecenderungan emisi gas buang yang dihasilkan menjadi tinggi. Sehingga dengan penyetelan ulang waktu pengapian yang tepat, diharapkan mesin dapat bekerja dengan optimal dengan emisi gas buang yang rendah.

Penelitian dilakukan terhadap kendaraan (mobil) dengan sistem injeksi (EFI), diujicobakan menggunakan bahan bakar yang berbeda, yaitu premium dan pertamax plus. Sebelum pengambilan data kedua sampel kendaraan dilakukan tune up terlebih dahulu agar tidak ada variable lain yang mempengaruhi pengujian. Peralatan yang digunakan adalah seperangkat *tool set box*, *engine tuner*, *tachometer digital*, *timing light*, gelas ukur, *buret*, *four gas analyzer*, dan *stopwatch*. Selanjutnya, pengujian dilakukan dengan melakukan variasi

penyetelan derajat waktu pengapian untuk bahan bakar premium, kemudian pertamax plus. Dari pengujian tersebut diperoleh emisi gas buang yang dihasilkan dari beberapa derajat waktu pengapian. Kemudian dari data tersebut diolah secara deskriptif yang ditampilkan dengan tabel dan gambar.

Perubahan timing pengapian akan mempengaruhi kandungan emisi yang dihasilkan. Untuk bahan bakar bensin, memundurkan pengapian akan berdampak pada menurunnya emisi gas buang. Ketika pengapian dimajukan, maka HC meningkat drastis. Sedangkan pertamax, memundurkan pengapian juga akan menurunkan HC, namun kemungkinan akan menurunkan tenaga, sedangkan memajukan pengapian tidak terlalu meningkatkan HC. Sedangkan untuk CO, memajukan timing akan meningkatkan CO, memundurkan timing akan menurunkan CO.

C. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong usaha-usaha manusia untuk menciptakan teknologi yang semakin maju. Diantara teknologi tersebut adalah pengembangan mesin kendaraan dengan sistem bahan bakar injeksi (EFI), yang secara perlahan-lahan menggeser teknologi sistem bahan bakar konvensional (karburator).

Dari pengalaman pengguna mesin-mesin injeksi, sebagian besar orang langsung bisa merasakan keunggulan dari mesin injeksi, yaitu dalam hal efisiensi bahan bakar jika dibandingkan dengan mesin dengan teknologi karburator. Namun demikian masih terdapat kebiasaan yang salah yang dilakukan oleh pengguna kendaraan bermesin EFI, yaitu menggunakan premium dengan angka oktan yang tidak memenuhi persyaratan untuk kendaraan jenis EFI. Hal ini menyebabkan pembakaran di dalam mesin kurang sempurna, dengan dampak emisi yang dihasilkan tinggi.

Selain itu, karena sudah merasa bermesin injeksi (EFI), pengguna kemudian jarang melakukan *tune up*, dikarenakan merasa sudah irit bahan bakar serta biaya servis yang cukup mahal. Mereka tidak menyadari bahwa dengan dipakainya kendaraan secara terus menerus akan menyebabkan kinerja mesin

berkurang secara perlahan-lahan, efisiensi bahan bakar menjadi berkurang, emisi yang dihasilkan oleh pembakaran mesin menjadi tinggi dan lain sebagainya.

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang semakin meningkat dengan merk-merk yang semakin banyak akan meningkatkan konsumsi bahan bakar minyak pencemaran udara di Indonesia. Sampai dengan saat ini jumlah kendaraan bermotor di seluruh Indonesia telah mencapai lebih dari 20 juta yang 60% adalah sepeda motor dan 40% mobil. Sedangkan pertumbuhan populasi untuk mobil sekitar 3-4% dan sepeda motor lebih dari 4% per tahun (data dari Dep. Perhubungan).

Dengan semakin banyaknya jumlah kendaraan saat ini menyebabkan cadangan bahan bakar kita yang berasal dari fosil semakin tipis, bahkan Pertamina mengklaim minyak bumi kita tinggal 15-20 tahun lagi. Hemat energi, himbauan yang sudah lama digaungkan di Indonesia maupun di dunia internasional, belum juga dapat menemukan solusi terbaik. Jumlah pemakaian yang begitu dahsyat menyebabkan kapasitas ketersediaan sumber daya energi di dunia hampir mencapai titik nadirnya. Padahal seperti kita ketahui sumber energi fosil ini tidak bisa diperbaharui dan kemampuan alam untuk membuatnya memerlukan waktu jutaan tahun. Oleh karena itu diperlukan langkah-langkah agar kita bisa menekan konsumsi pemakaian bahan bakar demi anak cucu kita.

Berdasarkan "Statistical Review of World Energy 2005", produksi minyak tertinggi Indonesia terjadi pada tahun 1977, dengan rata-rata sebesar 1685 ribu barrel/hari. Setelah itu, produksi minyak Indonesia tidak pernah lagi mencapai angka tersebut. Pada tahun 2004, produksi minyak Indonesia hanyalah sebesar 1126 ribu barrel/hari. Angka ini sudah berada di bawah konsumsi BBM Indonesia yang jumlahnya sebesar 1150 ribu barrel/hari.

Berikut adalah grafik produksi dan konsumsi BBM di Indonesia dari tahun 1965 sampai 2004 berdasarkan data dari Pertamina:



Pada tahun 2004, Kelompok Kerja Pembaruan Agraria dan Pengelolaan Sumber Daya Alam (Pokja PA-PSDA) dan Koalisi Ornop Energi untuk Pembangunan Berkelanjutan mengirim sebuah memorandum kepada Presiden dengan salah satu isinya adalah bahwa minyak bumi Indonesia akan habis dalam waktu 15-20 tahun, gas alam dalam waktu 35-40 tahun dan batubara dalam waktu 60-75 tahun

Pencemaran udara sumber bergerak (emisi kendaraan bermotor) dipengaruhi oleh empat faktor utama, yaitu; kualitas bahan bakar, teknologi kendaraan bermotor, manajemen transportasi dan pemeriksaan dan perawatan kendaraan. Tiga faktor pertama dapat diintervensi pemerintah melalui kebijakan, sedangkan yang keempat, yaitu uji emisi adalah satu-satunya faktor yang memberi ruang pada publik, khususnya pemilik kendaraan untuk mengambil peran yang signifikan. Faktor ini menjadi cermin tingkat /kadar emisi gas buang kendaraan yang akhirnya merepresentasikan ke seluruh faktor penentu sumber emisi ini.

Ketentuan ambang batas emisi untuk mesin kendaraan dengan teknologi karburator dan injeksi adalah berbeda. Untuk mesin dengan sistem karburator, kandungan emisi karbon monoksida (CO) masih diperbolehkan sebesar 4,5%, sedangkan untuk mesin injeksi harus dibawah 1,5%. Demikian juga halnya

dengan kandungan *hydrocarbon* (HC), untuk mesin dengan sistem karburator masih diijinkan 1200 ppm, sedangkan untuk mesin injeksi maksimal 200 ppm. Dengan aturan ini, ternyata banyak kendaraan dengan teknologi injeksi yang tidak lulus uji emisi.

Dampak dari pencemaran udara dapat menimbulkan hujan asam, pengikisan lapisan ozon, kerusakan pada tanaman, pelapukan bangunan atau patung-patung yang terbuat dari batu serta dapat mempercepat empat kali lebih cepat proses pengkaratan pada benda-benda yang terbuat dari besi. Yang lebih mengerikan lagi adalah bahwa pencemaran udara ini dapat menyebabkan kerusakan lingkungan lebih jauh yaitu menimbulkan efek rumah kaca yang akan menaikkan suhu permukaan bumi atau dikenal dengan *global warming*. Hal ini akan menyebabkan kenaikan permukaan air laut karena es di kutub akan mencair. *Global warming* juga berdampak pada perubahan iklim di bumi yang akan menimbulkan kekeringan dan banjir di seluruh dunia. Hal tersebut akan menyebabkan penyediaan pangan akan terganggu.

D. Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah di atas, selanjutnya dirumuskan pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh penyetelan waktu pengapian (*ignition timing*) terhadap emisi gas buang hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO) pada kendaraan EFI yang menggunakan bahan bakar premium?
2. Bagaimanakah pengaruh penyetelan waktu pengapian (*ignition timing*) terhadap emisi gas buang hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO) pada kendaraan EFI yang menggunakan bahan bakar pertamax plus?

B. Tujuan

Tujuan utama penelitian eksperimen ini adalah untuk mengetahui pengaruh penyetelan waktu pengapian terhadap emisi gas buang sisa pembakaran mesin

mobil injeksi. Adapun strateginya adalah dengan melakukan berbagai percobaan terhadap mobil yang sudah menggunakan teknologi sistem bahan bakar injeksi sehingga diperoleh data-data mengenai komposisi emisi gas buang, yang selanjutnya diolah untuk ditemukan suatu kesimpulan.

Secara rinci tujuan penelitian eksperimen ini adalah:

1. Meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar dengan cara mengetahui waktu pengapian yang paling tepat.
2. Mengurangi emisi gas buang kendaraan dengan cara penyetelan waktu pengapian yang tepat.

C. Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai informasi kepada pengguna kendaraan yang sudah menggunakan teknologi sistem bahan bakar EFI, agar tetap memperhatikan kondisi mesin sehingga kendaraan yang digunakan dapat menekan konsumsi bahan bakar, mengurangi biaya operasional kendaraan, serta mengurangi emisi yang dihasilkan dari pembakaran mesin.

E. Tinjauan Pustaka

1. Sistem Bahan Bakar Injeksi (EFI)

Perkembangan kendaraan dengan jenis sistem bahan bakar injeksi (EFI) apabila dikelompokkan berdasar cara pengontrolannya dibedakan menjadi 2, yaitu kontrol mekanik dan kontrol elektronik. Untuk kontrol mekanik banyak digunakan pada kendaraan lama ketika injeksi baru diperkenalkan. Sedangkan untuk kontrol elektronik, dibagi dua yaitu L Jetronik (pengontrolan penginjeksian bahan bakar berdasar pada jumlah udara masuk ke mesin), dan D Jetronik (pengontrolan udara masuk berdasar kevakuman pada *intake manifold*). Jenis yang terakhir yang paling banyak digunakan.

Sistem bahan bakar EFI dapat dikelompokkan dalam 3 sistem dasar, yaitu sistem bahan bakar, sistem induksi udara serta sistem kontrol elektronik. Sistem bahan bakar berfungsi untuk mensuplai bahan bakar

tekanan tinggi sehingga siap untuk diinjeksikan. Sistem induksi udara berfungsi untuk mengontrol jumlah udara yang masuk ke dalam silinder. Sedangkan sistem yang ketiga yaitu sistem kontrol elektronik berfungsi untuk mengontrol jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam silinder berdasarkan dari masukan sensor-sensor yang ada (Moch Solikin, 2005).

Cara kerja dari sistem bahan bakar EFI secara singkat adalah, saat mesin hidup, maka pompa bahan bakar bekerja menghisap bahan bakar dari dalam tangki dan menekan ke pipa *delivery* dengan terlebih dahulu disaring oleh saringan bahan bakar. Bila tekanan bahan bakar melebihi batas yang ditentukan maka regulator akan membuka dan bahan bakar akan kembali ke tangki melalui saluran pengembali. Injektor yang dihubungkan di pipa *delivery* sehingga saat injektor membuka maka injektor akan mengabutkan bahan bakar ke arah katup hisap dan masuk ke dalam silinder.

Sistem induksi udara bekerja dengan mengalirkan udara yang diperlukan untuk proses pembakaran. Komponen sistem induksi udara terdiri dari saringan udara, *air flow meter* (untuk EFI tipe L), *MAP sensor* (untuk EFI tipe D), *throttle body*, *air valve*, *idle speed control*, *air intake chamber* atau intake manifold).

Sementara itu untuk jumlah injeksi bahan bakar dipengaruhi oleh tekanan bahan bakar, besar lubang injektor dan lamanya injektor membuka. Banyak sedikitnya bahan bakar yang mengalir ditentukan oleh lamanya injektor membuka.

Agar terjadi pembakaran yang sempurna, durasi injeksi dikontrol oleh ECU (*electronic control unit*) berdasarkan masukan dari sensor udara, putaran mesin, temperatur mesin, posisi katup gas maupun emisi gas buang. Posisi distributor memegang peranan penting dalam hal pengaturan waktu pengapian. Di dalam distributor biasanya terdapat 2 sinyal generator yang membangkitkan gelombang listrik. Sinyal Ne (Ne signal) berperan dalam mendeteksi sudut engkol, sedangkan G signal berperan dalam menentukan waktu pengapian yang tepat dan putaran mesin. Posisi dari distributor bisa

diatur untuk menentukan waktu pengapian, agar proses pembakaran di dalam mesin menjadi tepat.

2. Waktu Pengapian

Pembakaran di dalam silinder kendaraan akan menentukan besarnya daya dan emisi dari gas hasil pembakaran tersebut. Pada motor bensin, penyalaan campuran bahan bakar dan udara yang ada di dalam silinder dilakukan oleh sistem pengapian, yaitu dengan adanya loncatan bunga api pada busi. Terjadinya loncatan api ini sekitar beberapa derajat sebelum TMA (titik mati atas) piston, pada saat akhir langkah kompresi terjadi, dimana campuran udara dan bahan bakar sudah menjadi kabut.

Untuk memperoleh daya yang maksimal, saat pengapian ini harus tepat. Menurut Arends & Berenscot (1994), bila pengapian terlalu maju, maka gas sisa yang belum terbakar, terpengaruh oleh pembakaran yang masih berlangsung dan pemampatan yang masih berjalan, akan terbakar sendiri. Hal ini akan menjadikan kerugian. Sedangkan bila pengapian terlambat, detonasi berkurang, akan tetapi berarti juga menurunnya daya. Apabila pengapian terlambat, ruang di atas piston pada akhir pembakaran sudah membesar, bahwa sebagian kecil dari kalor berubah menjadi tekanan. Akibatnya sisa kalor dalam jumlah besar tertinggal dalam motor. Bukan hanya disebabkan oleh pembebanan termis dari beberapa bagian motor, seperti katup terlalu panas, tetapi disebabkan oleh suhu yang tinggi akan terlampaui batas terbakar sendiri.

Selain itu, waktu pengapian harus di atur sesuai dengan angka oktan dari bahan bakar yang digunakan. Berubahnya angka oktan dari bahan bakar harus selalu diikuti dengan penyetelan waktu pengapian. Rekomendasi pabrik kendaraan biasanya mensyaratkan penggunaan bensin tanpa timbal untuk mesin EFI. Hal ini menyebabkan waktu pengapian bisa tidak tepat, karena titik bakar dari bensin tidak sesuai dengan ketentuan. Oleh karena itu, waktu

pengapian yang tepat sangat diperlukan untuk optimalisasi kerja mesin. Cara yang digunakan untuk mengatur waktu pengapian adalah merubah posisi dari distributor. Untuk memajukan waktu pengapian dilakukan dengan cara memutar distributor berlawanan dengan arah putaran rotor, sedang untuk memundurkan waktu pengapian dengan cara kebalikannya.

3. Emisi Gas Buang

Untuk menghasilkan tenaga pada kendaraan bermotor memerlukan reaksi kimia berupa pembakaran senyawa hidrokarbon. Hidrokarbon yang biasa digunakan adalah oktana. Pada dasarnya, reaksi yang terjadi adalah: $C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O$. Ini adalah pembakaran yang terjadi secara sempurna walaupun masih terdapat polutan, yaitu karbon dioksida (CO₂). Tetapi pada praktiknya, pembakaran yang terjadi tidak selalu sempurna, yaitu karbon yang tidak berikatan sempurna dengan oksigen sehingga terdapat sisa karbon monooksida (CO) yang menjadi polutan berbahaya.

Pada negara-negara yang memiliki standar emisi gas buang kendaraan yang ketat, ada 5 unsur dalam gas buang kendaraan yang akan diukur yaitu senyawa HC, CO, CO₂, O₂ dan senyawa NO_x. Sedangkan pada negara-negara yang standar emisinya tidak terlalu ketat, hanya mengukur 4 unsur dalam gas buang yaitu senyawa HC, CO, CO₂ dan O₂, termasuk Indonesia.

Berikut ini ketentuan ambang batas yang telah ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup:

Tabel 1. Ambang Batas Emisi Gas Buang

Kategori (M,N,O)	Tahun Pembuatan	Parameter			Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	Opasitas (%HSU)*	
Berpenggerak motor bakar cetus api (bensin)	< 2007	4.5	1200		Idle
	≥2007	1.5	200		
Berpenggerak motor bakar penyalaan					

kompresi (diesel)					
- GVW \leq 3,5 ton	<2010			70	Percepatan bebas
	\geq 2010			40	
- GVW > 3,5 ton	<2010			70	
	\geq 2010			50	

Beberapa unsur gas yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

Hidrokarbon

Bensin adalah senyawa hidrokarbon, jadi setiap HC yang didapat di gas buang kendaraan menunjukkan adanya bensin yang tidak terbakar dan terbuang bersama sisa pembakaran. Apabila suatu senyawa hidrokarbon terbakar sempurna (bereaksi dengan oksigen) maka hasil reaksi pembakaran tersebut adalah karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O). Walaupun rasio perbandingan antara udara dan bensin (AFR=Air-to-Fuel-Ratio) sudah tepat dan didukung oleh desain ruang bakar mesin saat ini yang sudah mendekati ideal, tetapi tetap saja sebagian dari bensin seolah-olah tetap dapat “bersembunyi” dari api saat terjadi proses pembakaran dan menyebabkan emisi HC pada ujung knalpot cukup tinggi.

Karbon Monoksida (CO)

Gas karbonmonoksida adalah gas yang relative tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan unsur lain. Karbon monoksida, dapat diubah dengan mudah menjadi CO_2 dengan bantuan sedikit oksigen dan panas. Saat mesin bekerja dengan AFR yang tepat, emisi CO pada ujung knalpot berkisar 0.5% sampai 1% untuk mesin yang dilengkapi dengan sistem injeksi atau sekitar 2.5% untuk mesin yang masih menggunakan karburator. Dengan bantuan air injection sistem atau CC, maka CO dapat dibuat serendah mungkin mendekati 0%.

Karbon Dioksida (CO₂)

Konsentrasi CO₂ menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar. Semakin tinggi maka semakin baik. Saat AFR berada di angka ideal, emisi CO₂ berkisar antara 12% sampai 15%. Apabila AFR terlalu kurus atau terlalu kaya, maka emisi CO₂ akan turun secara drastis. Apabila CO₂ berada dibawah 12%, maka kita harus melihat emisi lainnya yang menunjukkan apakah AFR terlalu kaya atau terlalu kurus. Perlu diingat bahwa sumber dari CO₂ ini hanya ruang bakar dan CC. Apabila CO₂ terlalu rendah tapi CO dan HC normal, menunjukkan adanya kebocoran exhaust pipe.

Oksigen (O₂)

Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO₂. Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar harus mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon.

Dalam ruang bakar, campuran udara dan bensin dapat terbakar dengan sempurna apabila bentuk dari ruang bakar tersebut melengkung secara sempurna. Kondisi ini memungkinkan molekul bensin dan molekul udara dapat dengan mudah bertemu untuk bereaksi dengan sempurna pada proses pembakaran. Tapi sayangnya, ruang bakar tidak dapat sempurna melengkung dan halus sehingga memungkinkan molekul bensin seolah-olah bersembunyi dari molekul oksigen dan menyebabkan proses pembakaran tidak terjadi dengan sempurna.

F. Metode Penelitian

1. Rancangan Penelitian

Penelitian tentang pengaruh waktu pengapian terhadap emisi gas buang ini adalah penelitian eksperimen dengan pendekatan kuantitatif.

Sebelum pengambilan data dilakukan *tune up* terlebih dahulu agar mesin dalam keadaan normal, tidak ada variabel lain yang mengganggu.

Maju 1 ⁰										
Standar										
Mundur 1 ⁰										
Mundur 2 ⁰										
Mundur 3 ⁰										

Waktu Pengapian	Emisi Gas Buang									
	Premium									
	1		2		3		4		5	
	HC	CO	HC	CO	HC	CO	HC	CO	HC	CO
Maju 3 ⁰										
Maju 2 ⁰										
Maju 1 ⁰										
Standar										
Mundur 1 ⁰										
Mundur 2 ⁰										
Mundur 3 ⁰										

4. Teknik Analisis Data

Data-data yang diperoleh dalam penelitian ini ditampilkan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik. Teknik analisa ini digunakan untuk mengetahui waktu pengapian yang tepat, dengan mempertimbangkan andungan emisi yang terbaik.

4. Indikator Keberhasilan Eksperimen

Untuk mengetahui keberhasilan dari perlakuan pada penelitian ini digunakan indikator konsumsi bahan bakar dan emisi. Eksperimen ini dianggap berhasil jika ditemukan waktu pengapian yang tepat, sehingga konsumsi dan emisi bahan bakar menjadi rendah.

G. Hasil Penelitian

Rancangan dari hasil penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh timing pengapian terhadap konsumsi bahan bakar serta emisi gas buang yang dihasilkannya. Namun, karena terkendala alat pengukur konsumsi bahan bakar, maka pengujian hanya dilakukan untuk mengetahui emisi bahan bakar terhadap 2 jenis bahan bakar, yaitu premium dan pertamax. Untuk menjaga agar pengambilan data valid, maka tekanan bahan bakar dibuat konstan sebesar 2,7 kg/cm² dan putaran mesin 800 rpm (stasioner). Pemilihan pada putaran tersebut dikarenakan standar uji emisi untuk mesin bensin adalah pada putaran stasioner, yang memungkinkan kandungan emisi terbesar.

1. Data Penelitian

Berikut ini data hasil pengujian:

a. Timing Pengapian terhadap emisi gas buang bahan bakar premium

Waktu Pengapian (derajat)	Emisi Gas Buang							
	Premium							
	1		2		3		Rerata	
	HC	CO	HC	CO	HC	CO	HC	CO
Maju 6	314	0.158	337	0.17	325	0.155	325.33	0.16
Maju 4	290	0.166	314	0.164	292	0.167	298.67	0.17
Maju 2	284	0.159	286	0.154	283	0.165	284.33	0.16
Standar	286	0.159	273	0.155	273	0.16	277.33	0.16
Mundur 2	275	0.154	241	0.146	246	0.148	254.00	0.15
Mundur 4	250	0.157	237	0.144	278	0.148	255.00	0.15
Mundur 6	314	0.132	269	0.149	248	0.138	277.00	0.14

b. Timing Pengapian terhadap emisi gas buang bahan bakar Pertamax

Waktu Pengapian (derajat)	Emisi Gas Buang							
	Pertamax							
	1		2		3		Rerata	
	HC	CO	HC	CO	HC	CO	HC	CO
Maju 6	330	0.175	334	0.174	310	0.165	324.67	0.171
Maju 4	318	0.173	334	0.159	303	0.171	318.33	0.168
Maju 2	327	0.16	331	0.173	306	0.169	321.33	0.167
Standar	271	0.157	293	0.169	308	0.168	290.67	0.165

Mundur 2	279	0.154	262	0.164	270	0.16	270.33	0.159
Mundur 4	241	0.139	247	0.151	242	0.141	243.33	0.144
Mundur 6	237	0.147	254	0.138	234	0.149	241.67	0.145

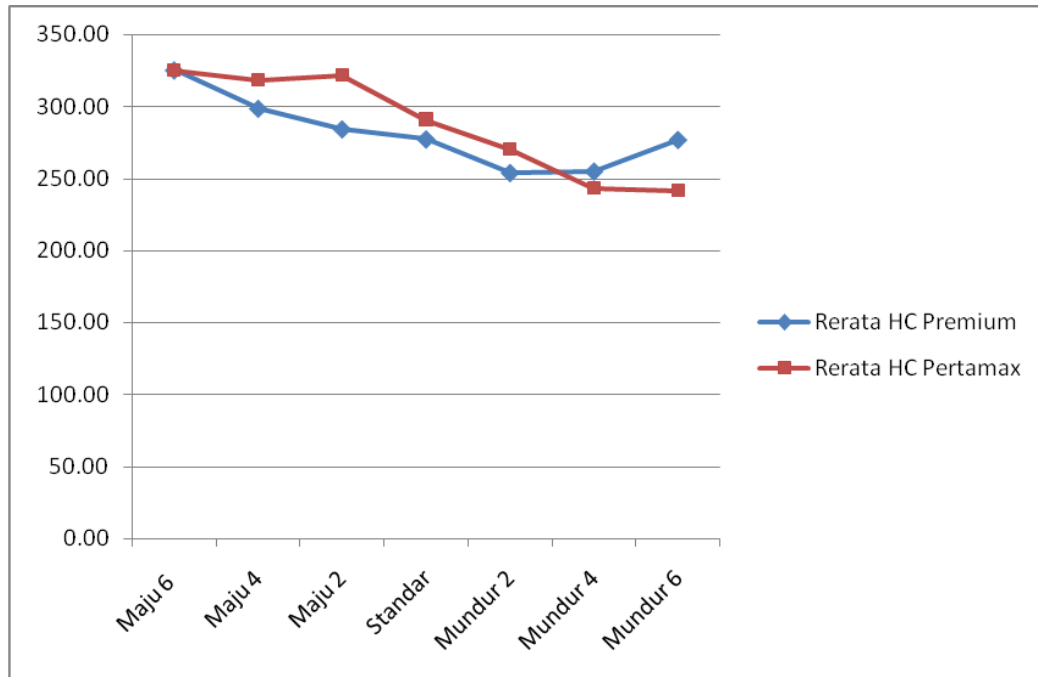
2. Pembahasan

a. Emisi gas buang HC (Hidrokarbon)

Berdasarkan dari data hasil penelitian diketahui bahwa untuk bahan bakar premium maupun pertamax menghasilkan gas buang dengan kandungan HC yang tinggi, melampaui ambang batas yang diijinkan, yaitu 200 ppm (Kepmen LH). Hal ini menunjukkan bahwa kendaraan uji tidak lolos uji emisi, walaupun sebelumnya telah dilakukan tune up ringan, termasuk tidak ada kerusakan (trouble code) ketika diperiksa dengan Scan Tester (Carman II).

Perubahan timing pengapian yang dilakukan memberikan dampak seperti terlihat pada rangkuman dari kedua data dan ditampilkan dalam grafik sebagai berikut:

Waktu Pengapian (derajat)	Rerata HC	
	Premium	Pertamax
Maju 6	325.33	324.67
Maju 4	298.67	318.33
Maju 2	284.33	321.33
Standar	277.33	290.67
Mundur 2	254.00	270.33
Mundur 4	255.00	243.33
Mundur 6	277.00	241.67



Untuk kondisi standar (8° sebelum TMA), HC yang dihasilkan bahan bakar premium lebih sedikit dari pertamax. Memajukan timing pengapian untuk bahan bakar premium langsung memberikan dampak meningkatnya HC secara terus menerus. Hal ini terjadi karena sebelum mendekati TMA, bahan bakar belum menjadi kabut secara sempurna, menyebabkan butiran yang kasar akan meningkatkan kadar HC.

Sedangkan memundurkan timing pengapian memberikan dampak menurunnya HC, namun mendekati Titik Mati Atas (0°), kadar HC juga meningkat drastis. Hal ini menunjukkan bahwa dengan memundurkan beberapa derajat (maksimal 2 derajat) akan menurunkan kadar HC. Namun demikian, bila terlalu mundur maka terdapat sisa bahan bakar yang tidak sempat terbakar, menyebabkan kandungan HC meningkat drastis.

Untuk bahan bakar pertamax, untuk sudut 8° sebelum TMA, emisi HC lebih tinggi dari premium. Namun perbedaannya bahwa memajukan timing pengapian tidak segera menaikkan HC secara terus menerus. Pemajuan sekitar 4-6 derajat, HC tetap terjaga, hal ini dipengaruhi dari angka oktan pertamax yang lebih tinggi dari premium, sehingga mampu mempertahankan diri untuk tidak segera terbakar.

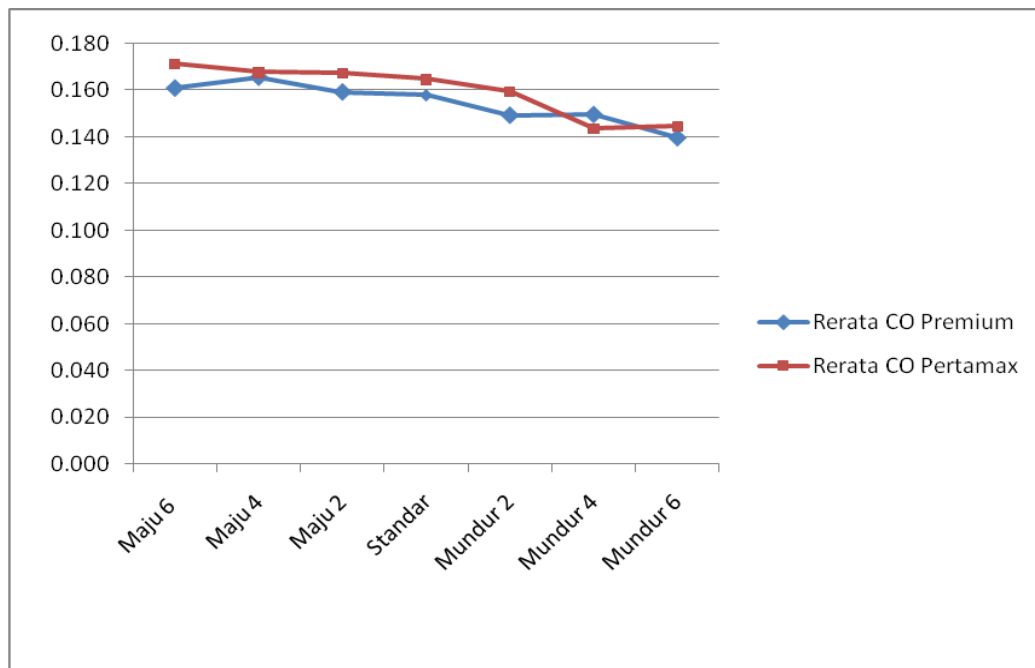
Sedangkan memundurkan timing juga akan menurunkan nilai dari HC, akan tetapi akan mempengaruhi menurunnya daya dari kendaraan.

b. Emisi gas buang CO (Karbonmonoksida)

Gas karbonmonoksida adalah gas yang relative tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan unsur lain. Didalam tubuh manusia, gas ini mengikat oksigen yang ada di dalam aliran darah, bisa menyebabkan kematian. Karbon monoksida, dapat diubah dengan mudah menjadi CO₂ dengan bantuan sedikit oksigen dan panas

Berikut ini data yang diperoleh dari pengujian perubahan timing pengapian terhadap gas CO:

Waktu Pengapian (derajat)	Rerata CO	
	Premium	Pertamax
Maju 6	0.161	0.171
Maju 4	0.166	0.168
Maju 2	0.159	0.167
Standar	0.158	0.165
Mundur 2	0.149	0.159
Mundur 4	0.150	0.144
Mundur 6	0.140	0.145



secara umum, kandungan gas karbonmonoksida (CO) sisa pembakaran bahan bakar pertamax selalu lebih tinggi dari premium. Hal ini dipengaruhi oleh unsur yang dimiliki oleh kedua bahan bakar tersebut. Timing pengapian dimajukan, akan meningkatkan emisi CO, sedangkan apabila dimundurkan akan mengurangi kadar CO.

H. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perubahan timing pengapian akan mempengaruhi kandungan emisi yang dihasilkan. Untuk bahan bakar bensin, memundurkan pengapian akan berdampak pada menurunnya emisi gas buang. Ketika pengapian dimajukan, maka HC meningkat drastis. Sedangkan pertamax, memundurkan pengapian juga akan menurunkan HC, namun kemungkinan akan menurunkan tenaga, sedangkan memajukan pengapian tidak terlalu meningkatkan HC. Sedangkan untuk CO, memajukan timing akan meningkatkan CO, memundurkan timing akan menurunkan CO.

I. Keterbatasan

Dalam penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan:

1. Karena keterbatasan peralatan yang dimiliki serta dana, maka pengujian ini belum melibatkan pengujian tenaga.
2. Menurunnya HC dan CO tidak menunjukkan performa mesin (tenaga yang dihasilkan tinggi)

DAFTAR PUSTAKA

Arends & Berenschot. (1994). *Motor Bensin*. Jakarta: Erlangga

Kepmen LH (2006). Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup. Nomor 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama. Diambil dari

[http://langitbiru.menlh.go.id/upload/publikasi/pdf/kepmen_05-2006.pdf?PHPSESSID= 10977278c6012bf9a60a5ff279e44d3a](http://langitbiru.menlh.go.id/upload/publikasi/pdf/kepmen_05-2006.pdf?PHPSESSID=10977278c6012bf9a60a5ff279e44d3a)

Moch Solikin. (2005). *Sistem Injeksi Bahan Bakar Motor Bensin (EFI Sistem)*.
Yogyakarta: Kampong Ilmu

Team Toyota. (1996). *Electronic Fuel Injection Training Manual Step 2 Vol 5*.
Jakarta: Toyota Astra Motor