

# Pengaruh Faktor Koreksi Pengapian Terhadap Emisi Gas Buang Yang Dihasilkan Pada Kendaraan Jenis Injeksi 1800 Cc

Benny S, IGK Sukadana dan I Wyn Bandem Adnyana  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Waktu pengapian mempengaruhi proses pembakaran mesin. Waktu pengapian kurang tepat menyebabkan pembakaran tidak sempurna dan mempengaruhi emisi gas buang. Emisi yang dihasilkan, CO, CO<sub>2</sub>, dan HC berbahaya bagi kesehatan. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis melakukan penelitian berjudul "Pengaruh Faktor Koreksi Pengapian Terhadap Emisi Gas Buang yang Dihasilkan pada Kendaraan Jenis Injeksi 1800CC". Penelitian membahas pengaruh koreksi waktu pengapian terhadap emisi gas buang, dilakukan pada koreksi waktu pengapian +2, +1, 0, -1, -2 putaran poros engkol, pada putaran 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 Rpm. Penelitian dilakukan untuk mengetahui nilai gas buang tiap koreksi waktu pengapian pada putaran mesin tersebut. Hasil penelitian menunjukkan perubahan waktu pengapian mempengaruhi hasil kandungan emisi. Nilai CO terbaik ketika putaran 1500 Rpm, nilai naik saat divariasikan pengapiannya. Untuk CO<sub>2</sub>, ketika pengapian dimundurkan nilainya cenderung tinggi. Nilai CO<sub>2</sub> terbaik pada putaran 2500 Rpm, semua nilainya tinggi menandakan pembakaran baik. Memajukan dan memundurkan pengapiannya, memiliki efek yang sama yaitu menaikkan nilai HC. Nilai HC terbaik saat koreksi putaran 2000 Rpm, cenderung stabil.

Kata Kunci : pengapian, waktu pengapian, koreksi pengapian, emisi gas buang

## Abstract

The ignition timing affects the combustion process of the engine. Incorrect ignition timing causes incomplete combustion and affects exhaust emissions. Emissions generated, CO, CO<sub>2</sub>, and HC are harmful to health. Based on these problems, the authors conducted a study entitled "The Influence of Ignition Correction Factors Against Exhaust Emissions Generated on Vehicles Type Injection 1800CC". The study discusses the effect of correction of ignition timing on exhaust emissions, carried out on the ignition timing of +2, +1, 0, -1, -2 crankshaft rotation, at 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 Rpm. The study was conducted to determine the value of the exhaust gas of each ignition timing ignition at the engine speed. The results show that changes in ignition timing affect the results of the emission content. The best CO value when round 1500 Rpm, value rises when varied ignition. For CO<sub>2</sub>, when ignition is pushed its value tends to be high. The best CO<sub>2</sub> value at 2500 Rpm round, all high value indicates good combustion. Advancing and reversing the ignition, has the same effect of raising the HC value. The best value of HC when the correction of 2000 Rpm Rpm, tend to be stable.

Keywords: ignition, ignition timing, a correction ignition, exhaust emissions

## 1. Pendahuluan

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini, khususnya dalam bidang otomotif. Berbagai macam teknologi terus dikembangkan dan diaplikasikan dalam kendaraan yang telah diproduksi secara massal. Semua itu dibuat dan dikembangkan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi, performa, kenyamanan dan keamanan kendaraan guna memenuhi permintaan pasar. Diantara teknologi tersebut adalah pengembangan mesin kendaraan dengan sistem bahan bakar injeksi (EFI), yang secara perlahan-lahan menggeser teknologi sistem bahan bakar konvensional (karburator). Karena memiliki efisiensi penggunaan bahan bakar yang lebih baik [1].

Mobil digunakan sebagai sarana transportasi darat yang memiliki tenaga sendiri untuk pengganti kereta kuda dan sejenisnya. Sehingga dapat mengganti tenaga manusia dan kereta kuda yang berimbas pada efisiensi waktu. Mobil secara keseluruhan dibagi menjadi 3 bagian penting, yaitu *body chassis*,

*electrical dan engine*. Engine sendiri masih dibagi menjadi beberapa bagian diantaranya : sistem pendinginan, sistem pelumasan, sistem pengapian, sistem bahan bakar, sistem starter dan pengisian, sistem gas buang, dll. Dari beberapa sistem tersebut sistem pengapian mengalami kemajuan yang cukup pesat, dimana sistem *delco (distributor timing)* yang sudah banyak ditinggalkan dan berganti dengan *distributorless ignition*, yang bersatu padu dengan sistem injeksi. Ada istilah teknologi lainnya yaitu ECCS (*Electronic Concentrated Engine Control System*) dimana menurut produsennya memiliki sistem yang lebih disempurnakan daripada sistem EFI, karena tidak hanya bahan bakar yang diatur tetapi pengapian, aliran udara, juga pengontrolan emisi gas buang. Ada beberapa keuntungan dari sistem ECCS diantaranya, memudahkan dalam proses starting pada saat cuaca dingin, mengurangi polusi udara, menambah efisiensi bahan bakar, dan menambah performa mesin [3].

Ada beberapa penelitian sebelumnya yang membahas topik tentang koreksi pengapian, diantaranya : Gunadi (2010) melakukan penelitian tentang pengaruh waktu pengapian terhadap emisi yang dihasilkan pada kendaraan sistem EFI. Dengan memvariasikan bahan bakar, yaitu menggunakan *premium* dan *pertamax*[1]. Diperoleh hasil 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. Ahmad Gurnito (2016) penelitian tentang pengaruh *ignition timing mapping* terhadap unjuk kerja dan emisi mesin Sinjai 650 cc dengan bahan bakar *pertalite*RON 90. Didapat hasilnya terdapat penurunan emisi CO dan HC serta didapat kenaikan daya efektif dan efisiensi thermal [2]. Perbedaan kedua penelitian tersebut dengan penelitian yang akan kami lakukan adalah terletak pada bahan bakar yang hanya menggunakan *pertamax*, kemudian sistem yang diteliti sudah diatas EFI yaitu ECCS, dan yang terakhir kami ingin membuktikan perbedaan emisi gas buang setelah penggunaan kendaraan sekian tahun.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan kita dapat mengetahui, bahwa semakin lama umur pakai kendaraan, maka semakin banyak terjadi keausan pada part-part mekanikalnya. Sebagai contoh kondisi camshaft, kondisi crankshaft, metal-metal yang ada di dalam mesin, sehingga kita dapat menganalisa kemungkinan kerusakan komponen-komponen tersebut dengan cara mengamati emisi gas buang yang dihasilkan, tanpa harus membongkar mesin terlebih dahulu. Selain itu, bila dengan adanya keausan yang terjadi di dalam komponen mesin mengakibatkan perubahan waktu pengapian, dengan mudah kita dapat melakukan penyetelan waktu pengapian yang sesuai dan diharapkan bisa mengkondisikan sistem pengapian mendekati seperti saat kendaraan masih baru.

Karena waktu pengapian dapat berubah seiring usia kendaraan akibat keausan di dalam komponen mesin, dan juga hasil emisi gas buang dapat menjadi analisa kerusakan di dalam komponen mesin, maka penulis akan melakukan penelitian tentang “Pengaruh Faktor Koreksi Pengapian Terhadap Emisi Gas Buang yang Dihasilkan pada Kendaraan Jenis Injeksi 1800 CC”.

Dalam hal ini maka ada beberapa permasalahan yang akan dikaji, yaitu: bagaimana pengaruh faktor koreksi pengapian terhadap emisi gas buang yang dihasilkan pada kendaraan bermotor jenis injeksi 1800 cc.

Beberapa batasan ditetapkan dalam penelitian ini meliputi: Sistem pengapian dalam kondisi baik,

dimana busi, coil pengapian sesuai dengan spesifikasi (tidak cacat/ rusak) Pengaruh lingkungan seperti temperatur udara luar, dan kecepatan udara dianggap konstan. Kondisi pengujian adalah *standby* tanpa beban. Bahan bakar yang digunakan adalah *pertamax*.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Electronic Concentrated Engine Control System (ECCS)

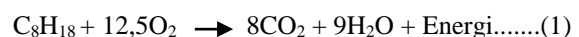
Sebuah teknologi yang berfungsi mengatur aliran udara, bahan bakar, pengapian dan untuk mengurangi emisi gas buang. Pengontrolan ECCS dilakukan melakukan pengontrolan awal pada *control module* yang disesuaikan dengan nilai kontrol yang paling tepat dalam kondisi pengemudian sebelumnya. Hal tersebut mendeteksi keadaan mesin dengan sensor-sensor dan memilih nilai yang paling tepat diantara pemrograman awal data pada memori kontrol dengan *input signal* dari sensor-sensor. Sensor tersebut juga mengirimkan *output signal* ke *actuator* dan kontrol-kontrolnya. Tujuan pengembangan ECCS, menambah performa mesin, menambah efisiensi bahan bakar, mengurangi polusi udara, menambah kemudahan dalam proses starting pada cuaca dingin [6].

### 2.2 Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin pembakaran dalam, mesin pembakaran luar, mesin jet yang dikeliarkan melalui sistem pembuangan mesin. Sisa hasil pembakaran berupa air (H<sub>2</sub>O), gas CO atau disebut juga karbon monoksida yang beracun, CO<sub>2</sub> atau disebut juga karbon monoksida yang merupakan gas rumah kaca, NO<sub>x</sub> senyawa nitrogen oksida, HC berupa senyawa hidrat arang sebagai akibat ketidak sempurnaan proses pembakaran serta partikel lepas [7].

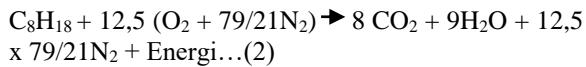
Proses pembakaran merupakan suatu proses, dimana reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen sehingga menghasilkan CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan energi. Proses pembakaran yang sempurna memerlukan gas yang ideal untuk dibakar pada waktu yang tepat. Maka dari itu, jika proses pembakaran bahan bakar tidak berlangsung dengan baik, maka proses pembakaran tidak akan mencapai efisiensi yang maksimum. Setelah langkah usaha, gas buang terbentuk, sehingga dapat dilihat bagaimana unjuk kerja mesin.

Proses pembakaran menghasilkan perubahan energi bahan bakar menjadi tenaga gerak, perubahan energi bersumber dari hasil pembakaran bahan bakar. Dalam pembakaran yang sempurna (teoritis), reaksi pembakaran adalah sebagai berikut :



Tetapi di dalam prakteknya, udara mengandung  $\pm 21\%$  O<sub>2</sub> dan  $\pm 79\%$  N<sub>2</sub>, lagi pula pembakaran yang

100% sempurna hanya didapat dalam keadaan laboratorium. Sehingga dalam prakteknya, pembakaran akan berlangsung:



Jadi, untuk pembakaran 1 mol bahan bakar membutuhkan 12,5 mol udara, menghasilkan 8 mol CO<sub>2</sub>, 9 mol H<sub>2</sub>O, 12,5 (79/21 N<sub>2</sub>) dan energi.

### 2.3 Manfaat Uji Emisi

Manfaat uji emisi adalah untuk mengetahui efektivitas proses pembakaran bahan bakar yang terjadi di ruang bakar, dengan cara menganalisa kandungan karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) yang terkandung di dalam gas buang sehingga di dapat campuran bahan bakar dan udara yang tepat guna mengurangi tingkat emisi pada kendaraan bermotor. Selain itu uji emisi juga berguna untuk mengetahui adanya kerusakan pada komponen mesin.

Keuntungan dari uji emisi, kita dapat memperoleh kepastian mengenai kinerja mesin kendaraan kita, apakah dalam keadaan baik atau tidak. Selain itu, uji emisi juga dapat menciptakan lingkungan yang sehat dengan udara yang bersih.

Kerusakan komponen mesin kendaraan bisa dideteksi dari hasil uji emisi dapat dilihat dari tingginya kandungan hidrokarbon (HC). Hal ini terjadi karena berbagai faktor yaitu sistem pengapian yang tidak bekerja dengan baik dan benar, misalnya kondisi busi yang sudah rusak, *ignition coil* yang sudah bocor arus, kebocoran pada intake manifold, dan kurang bersihnya filter udara dan filter bahan bakar.

Gas buang dari kendaraan bermotor yang menghasilkan hidrokarbon (HC) tinggi dapat merusak sistem pernafasan. Jika indikator emisi gas buang tidak diperhatikan akan dapat membahayakan kesehatan manusia [7].

### 3. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen adalah penelitian dimana ada perlakuan (*treatment*) terhadap obyek penelitian. *Treatment* yang dilakukan pada penelitian ini berupa koreksi pengapian dan variasi kondisi putaran mesin menggunakan alat ukur emisi (*gas analyzer*) pada *muffler* dan pemasangan *Nissan Consult III*. Obyek penelitian yang akan diberikan *treatment* adalah mesin Nissan Grand Livina dengan sistem injeksi ECCS. Melalui alat (*Consult III*) ini nantinya *treatment* berupa variasi koreksi pengapian akan di kontrol, sesuai dengan variabel bebas yang telah direncanakan.

#### 3.1 Variabel Yang Diukur

Ada dua variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti dan ditentukan sebelum penelitian dilakukan, dalam hal penelitian ini variabel bebasnya adalah *Ignition Timing Correction* +2, +1, 0, -1, -2 (derajat sudut engkol) pada Rpm : 1000, 1500, 2000, 2500, 3000. Alasan peneliti menentukan variabel ini karena pada range faktor koreksi pengapian (+2, +1, 0, -1, -2) tersebut memungkinkan mengkondisikan mesin kendaraan seperti saat masih baru, dan menyesuaikan dengan kondisi kendaraan juga demi *safety factor* kendaraan selama proses pengambilan data. Variabel tetap adalah variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas dan diketahui setelah penelitian dilakukan. Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah emisi gas buang ( CO, CO<sub>2</sub>, HC)

#### 3.5 Alat dan Bahandigunakan dalam penelitian

Kendaraan bermotor tipe 4 langkah, injeksi 1800 CC seperti gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1 Kendaraan Uji

#### Consult III (Computerized On Board System Universal Tester III) dan VI (Vehicle Interface)

*Consult* adalah alat yang berfungsi untuk mendiagnosa & troubleshooting kendaraan yang bersifat elektronis (*ON BOARD DIAGNOSIS*) dapat dikatakan mendiagnosa kondisi semua modul elektronik secara bersamaan, dapat mengetahui adanya kerusakan sensor, membaca nilai-nilai dari perhitungan masing-masing sensor, menyetel timing pengapian dan idle Rpm. Sedangkan VI berfungsi membaca data pada modul-modul elektronik via DLC lalu dikirim ke *CONSULT III* melalui bluetooth. Seperti gambar 2 di bawah ini :



Gambar2 Consult III+ dan VI

#### Langkah-Langkah Penelitian

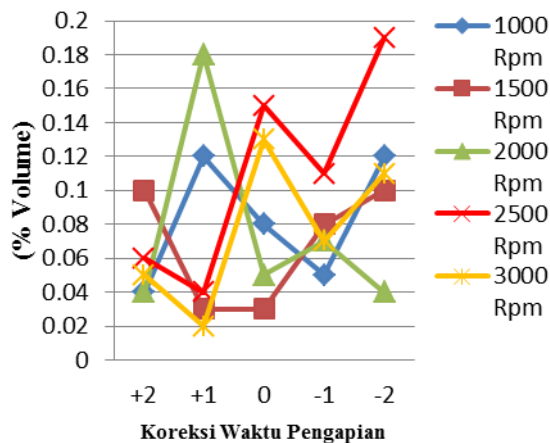
Adapun langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :Siapkan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian. Pastikan tempat yang akan digunakan untuk penelitian dalam keadaan bersih dan udara disekitar tempat penelitian bebas dari asap kendaraan lain serta sirkulasi udara

dalam keadaan baik. Siapkan CONSULT III. Pasang VI (*Vehicle Interface*) dengan menghubungkan konektor DLC (*Data Link Connector*) yang terletak di bawah *dashboard* sebelah kanan. Kunci kontak dalam posisi OFF. Posisikan kunci kontak ON lalu hubungkan CONSULT III dengan VI melalui koneksi *Bluetooth*. Hidupkan engine kendaraan yang akan diuji sampai memenuhi temperatur kerja mesin bisa dilihat di data monitor pada CONSULT III (temperatur kerja mesin 70°-100°C (158°- 212°F)). Siapkan gas analyzer, sebelum digunakan tunggu sampai proses kalibrasi selesai. Masukkan ujung probe sensor gas analyzer ke ujung *muffler* (knalpot) minimal 20 cm. Atur *timing* pengapian pada koreksi +2, (dapat dilihat pada CONSULT III+ ). Atur pedal gas pada posisi 1000 Rpm, (dapat dilihat pada spidometer/ CONSULT III+ ), tunggu 2 menit kemudian baca pada alat ukur *gas analyzer*.

#### 4. Hasil dan Pembahasan Penelitian Emisi Gas Buang

##### 4.1 Analisa Koreksi Pengapian dan Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas CO

Karbon monoksida adalah gas yang relatif tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan unsur lain. Karbon monoksida dapat diubah dengan mudah menjadi CO<sub>2</sub> dengan bantuan sedikit oksigen dan panas. Perubahan koreksi pengapian yang dilakukan memberikan dampak seperti pada gambar 3 grafik berikut:



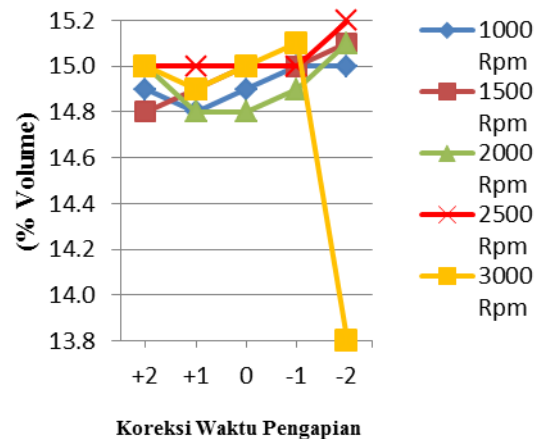
Gambar 3 Grafik Data Emisi Gas CO

Dari grafik diatas, yang menghasilkan emisi gas CO terbesar terjadi pada putaran 2500 Rpm dan saat pengapian dimundurkan -2°(11°BTDC), nilai terendah terjadi pada putaran 3000 Rpm dan saat pengapian dimajukan +1(14°BTDC). Jika dilihat trennya saat pengapian dimajukan cenderung turun dikarenakan dengan pengapian lebih awal mendapat pembakaran lebih awal. Menandakan CO sebagian besar ikut terbakar dan berubah menjadi CO<sub>2</sub>. Pada

saat pengapian dimundurkan cenderung naik dikarenakan banyak bahan bakar belum terbakar sempurna tetapi piston sudah mencapai TMA (pembakaran singkat), akibatnya timbulah gas CO yang lumayan tinggi. Jika dilihat secara keseluruhan, hasil terbaiknya saat putaran mesin 2000 Rpm, karena nilainya menandakan hasil gas CO dipengaruhi koreksi waktu pengapian. Saat dimundurkan dan dimajukan nilainya naik.

##### 4.2 Analisa Grafik Koreksi Pengapian dan Putaran Mesin Terhadap Emisi CO<sub>2</sub>

Konsentrasi CO<sub>2</sub> menunjukkan secara langsung proses pembakaran di ruang bakar. Semakin tinggi maka semakin baik. Saat AFR berada di angka ideal, emisi CO<sub>2</sub> berkisar antara 12% sampai 15%. Apabila AFR terlalu kurus atau terlalu kaya, maka emisi CO<sub>2</sub> akan turun drastis. Perubahan koreksi pengapian yang dilakukan memberikan dampak seperti pada gambar 4 grafik berikut:

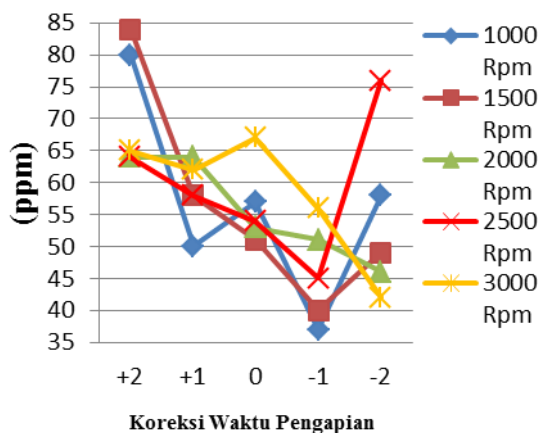


Gambar 4 Grafik Data Emisi Gas CO<sub>2</sub>

Pada grafik diatas, gas CO<sub>2</sub> memiliki tren naik saat pengapian dimundurkan, dipengaruhi oleh putaran mesin. Ketika putaran mesin naik, otomatis bukaan katup udara yang masuk juga lebar, dengan jumlah udara masuk yang banyak, ECU memerintahkan injector menyemprotkan bahan bakar lebih banyak, tetapi dengan efisiensi pembakaran yang baik. Sehingga CO<sub>2</sub> yang keluar juga tinggi. Semakin tinggi CO<sub>2</sub> maka pembakaran semakin baik, begitu pula sebaliknya. Jika dilihat keseluruhan hasil terbaiknya saat putaran mesin 2500 Rpm yang berbanding terbalik dengan hasil gas CO yang rendah. Karena nilai gas hasil pembakaran disemua kondisi pengkoreksian tinggi, menandakan proses pembakaran yang baik. Untuk data putaran mesin 3000 Rpm pada koreksi -2 (11° BTDC) dipastikan error pengambilan data. Namun tidak mempengaruhi hasil secara keseluruhan.

### 4.3 Analisa Grafik Koreksi Pengapian dan Putaran Mesin Terhadap Emisi HC

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<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O). Perubahan koreksi pengapian yang dilakukan memberikan dampak seperti terlihat pada gambar 5 grafik sebagai berikut:



Gambar 5 Grafik Data Emisi Gas HC

Dilihat dari tren grafik, saat pengapian dimajukan dan dimundurkan, memiliki efek sama yaitu menaikkan nilai HC. Saat dimajukan, terjadi pembakaran terlalu awal. Menyebabkan pembakaran tidak sempurna karena belum mencapai tekanan pembakaran, dan terciptalah HC cukup tinggi. Hal lain menunjukkan bahwa dengan memundurkan beberapa derajat (maksimal 2°) akan menurunkan kadar HC. Namun, bila terlalu mundur maka terdapat sisa bahan bakar yang tidak sempat terbakar, menyebabkan kandungan HC meningkat drastis. Dengan memundurkan pengapian juga menurunkan nilai HC, tetapi akan mempengaruhi menurunnya daya/ tenaga kendaraan. Dilihat dari grafik nilai terbaiknya ada pada putaran mesin 2000 Rpm, karena disemua koreksi pengapian nilai gas HC cenderung stabil dan tidak fluktuatif seperti data pada keempat putaran mesin yang lain.

### 5. Kesimpulan

Perubahan waktu pengapian mempengaruhi kandungan emisi yang dihasilkan. Nilai emisi gas CO<sub>2</sub> terbaik adalah ketika putaran 1500 Rpm, saat dinaikkan dan diturunkan koreksi pengapian nilainya juga naik. Untuk gas CO<sub>2</sub>, ketika pengapian dimundurkan nilainya cenderung tinggi. Pengaruh

dari pembakaran yang singkat. Nilai gas CO<sub>2</sub> terbaik pada putaran 2500 Rpm, semua nilainya tinggi menandakan pembakaran yang baik. Memajukan dan memundurkan pengapian, memiliki efek yang sama yaitu menaikkan nilai HC. Kondisi terbaik nilai HC terjadi saat koreksi putaran 2000 Rpm, semua nilainya cenderung stabil tidak fluktuatif.

### 6. Saran

Ada beberapa hal yang dapat penulis sarankan kepada para pembaca dan para pengguna kendaraan bermotor diantaranya sebagai berikut : Bagi para pengguna kendaraan injeksi agar selalu melakukan perawatan berkala, sehingga emisi gas buang kendaraan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Bagi para pembaca yang ingin mengembangkan penelitian ini, dapat menggunakan berbagai jenis bahan bakar yang berbeda, koreksi pengapian yang lebih ekstrim lagi, atau putaran mesin yang lebih tinggi lagi. Agar diperoleh hasil penelitian yang lebih baik lagi. *Study literature* perlu ditingkatkan karena semakin banyak informasi yang diperoleh akan semakin mengembangkan dan meningkatkan hasil penelitian yang dilakukan.

### Daftar Pustaka

- [1] Gunadi, (2010), *Pengaruh Waktu Pengapian (Ignition Timing) terhadap Emisi Gas Buang pada Mobil dengan Sistem Bahan Bakar Injeksi (EFI)*, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- [2] Gurnito, Sudarmanta, (2016), *Pengaruh Ignition Timing Mapping Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Engine SINJAI 650 CC Berbahan Bakar Peralite RON 90*, ITS, Surabaya.
- [3] PT. NISSAN MOTOR INDONESIA, (2010), *Buku Panduan Training N-STEP 1*, Jakarta.
- [4] Aris Munandar, Wiranto, (1994), *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, ITB, Bandung.
- [5] PT. NISSAN MOTOR INDONESIA, (2010), *Buku Panduan Training N-STEP 2 Engine*, Jakarta.
- [6] Indomobil Nissan Learning & Development Center, (2013), *Buku Panduan Training Pendidikan Dasar Teknisi Nissan*, Indomobil Nissan, Jakarta

- [7] Arifin, Sukoco, (2009), *Pengendalian Polusi Udara*, Alfabeta, Bandung.
- [8] Kepmen LH, (2006), **Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup. Nomor 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama.**