

## PENGARUH PERUBAHAN *IGNITION TIMING* DAN TEKANAN KOMPRESI TERHADAP EMISI HC DAN CO PADA SEPEDA MOTOR *TYPE* MESIN SOHC 150CC INJEKSI

Dimas Arifiyanto, Marji, Windra Irdianto  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang  
*E-mail*: dimasarifiyanto51@gmail.com

**Abstrak.** Pemerintah telah mengeluarkan regulasi tentang standar emisi gas buang. Salah satu upaya untuk meminimalisir kandungan HC dan CO pada emisi dilakukan modifikasi pada sistem pengapian dan tekanan kompresi dimana sistem pengapian sangat berpengaruh pada emisi gas buang. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan perbedaan jumlah HC dan CO yang signifikan pada sepeda motor bertipe mesin SOHC 150cc injeksi setelah merubah *ignition timing*, memodifikasi tekanan kompresi, memodifikasi *ignition timing* dimundurkan dan tekanan kompresi standar, memodifikasi *ignition timing* dimundurkan dan tekanan kompresi diperbesar, memodifikasi *ignition timing* dimajukan dan tekanan kompresi standar dan setelah memodifikasi *ignition timing* dimajukan dan tekanan kompresi diperbesar. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental. Hasil dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut. 1) Ada perbedaan jumlah HC dan CO setelah dilakukan perubahan *ignition timing*. 2) Ada perbedaan jumlah HC dan CO setelah dilakukan perubahan tekanan kompresi. 3) Ada perbedaan jumlah HC dan CO saat *ignition timing* dimundurkan dan tekanan kompresi standar. 4) Ada perbedaan jumlah HC dan CO saat *ignition timing* dimundurkan dan tekanan kompresi diperbesar. 5) Ada perbedaan jumlah HC dan CO saat *ignition timing* dimajukan dan tekanan kompresi standar. 6) Ada perbedaan jumlah HC dan CO saat *ignition timing* dimajukan dan tekanan kompresi diperbesar.

**Kata Kunci:** *Ignition Timing, Tekanan Kompresi, Emisi*

**Abstract.** The government has issued regulations on exhaust emission standards. One of the efforts to minimize the content of HC and CO in emissions is modification of the ignition system and compression pressure where the ignition system greatly affects exhaust gas emissions. The purpose of this study was to compare the significant difference in the amount of HC and CO on a motorcycle with a 150cc SOHC injection engine type after changing the *ignition timing*, modifying the compression pressure, modifying the *ignition timing* backwards and standard compression pressure, modifying the *ignition timing* reversed and the compression pressure increasing, modifying the *ignition timing*, the timing is advanced and the compression pressure is standard and after modifying the *ignition timing* is advanced and the compression pressure is increased. The method used in this study is an experimental research method. The results of the study are as follows. 1) There is a difference in the amount of HC and CO after changing the *ignition timing*. 2) There is a difference in the amount of HC and CO after the compression pressure changes. 3) There is a difference in the amount of HC and CO when the *ignition timing* is reversed and the compression pressure is standard. 4) There is a difference in the amount of HC and CO when the *ignition timing* is reversed and the compression pressure is increased. 5) There is a difference in the amount of HC and CO when the *ignition timing* is advanced and the compression pressure is standard. 6) There is a difference in the amount of HC and CO when the *ignition timing* is advanced and the compression pressure is increased.

**Keyword:** *Ignition Timing, Compression Pressure, Emission.*

Saat ini transportasi di Indonesia rata-rata menggunakan mesin jenis torak bensin pembakaran dalam, khususnya pada jenis kendaraan pribadi. Jumlah kendaraan di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring meningkatnya jumlah penduduk Indonesia. Peningkatan jumlah kendaraan menimbulkan masalah pada lingkungan, salah satunya adalah polusi udara. Kendaraan bermotor sudah lama menjadi sumber utama pencemaran udara. Kendaraan bermotor

menyumbang sekitar 70-80 persen polusi udara dibandingkan dengan industri yang menyumbang sekitar 20-30 persen polusi udara. Polusi udara yang di berbagai kota besar yang ada di Indonesia sudah sangat parah. Dari beberapa penelitian tentang polusi udara dengan segala resikonya sudah banyak dipublikasikan.

Nugraha (2007) menyatakan, emisi kendaraan diakibatkan oleh tidak kesempurnaan proses pembakaran pada

silinder engine sehingga menghasilkan emisi yang mengandung zat yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Untuk mengatasi hal tersebut dengan cara menggunakan teknologi terbaru yang dapat meminimalisir polusi yang disebabkan oleh gas buang motor. Dalam gas buang motor terbagi dalam beberapa zat kimia. Diantaranya adalah HC (Hidro Karbon), CO, NO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, dan Particulate mater. Dari berbagai jenis zat kimia tersebut, jenis yang paling berbahaya adalah HC (Hidro Karbon) dan CO (Karbon Monoksida).

Untuk mengurangi kadar emisi gas buang, pemerintah telah mengeluarkan regulasi tentang standar emisi gas buang. Salah satu upaya untuk meminimalisir kandungan HC dan CO di dalam emisi dilakukan modifikasi pada sistem pengapian dan tekanan kompresi. Untuk mendapatkan sistem pengapian yang baik dapat dilakukan dengan cara mengubah waktu pengapian (*ignition timing*).

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan *ignition timing* dan tekanan kompresi terhadap emisi HC dan CO pada sepeda motor tipe mesin SOHC 150cc injeksi. Berdasarkan tujuan penelitian tersebut maka desain penelitian yang digunakan adalah *quasi experimental*. Objek pada penelitian adalah mesin tipe SOHC dengan kapasitas mesin 150cc injeksi dengan menggunakan kendaraan dari merk Honda CRF150L tahun perancangan 2018.

Analisis data pada penelitian ini menggunakan ANOVA (*Analysis Of Variance*) dengan menggunakan jenis Two Way Anova. Penelitian ini bisa diketahui apakah ada perbedaan yang signifikan antara kelompok yang dilakukan pengujian dengan prasyarat uji normalitas dan homogenitas. Hasil dari uji yang telah dilakukan mendapatkan kesimpulan yang nantinya akan dibahas pada bab selanjutnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Perubahan *Ignition Timing* Terhadap Emisi HC dan CO

Berdasarkan hasil pengujian emisi yang telah dilakukan di gedung praktek TKRO SMK N 3 Pacitan, tentang perbandingan emisi antara penggunaan *ignition timing* standar, *ignition timing* dimundurkan, *ignition timing* dimajukan.. Hasil pengujian emisi yang terbaca oleh *gas analyzer* pada Rpm 2000-5000 dengan kelipatan 500 rpm dimana hasil pengujian ada perbedaan signifikan antara *ignition timing* standar, *ignition timing* dimundurkan, *ignition timing* dimajukan.

tingkat emisi HC memiliki perbedaan pada *ignition timing* dimajukan menghasilkan gas buang HC yang cenderung lebih tinggi dibanding pada *ignition timing* dimundurkan dan *ignition timing* standar. Perbedaan yang terjadi pada semua putaran mesin. Pada *ignition timing* standar untuk tingkat HC paling rendah adalah 151 ppm di 3000 rpm dan tingkat HC paling tinggi yaitu 179,60 ppm di 3500 rpm. Pada *ignition timing* dimundurkan untuk tingkat HC paling rendah yaitu 158,80 ppm di 3000 rpm dan tingkat HC paling tinggi yaitu 164,80 ppm di 2500 rpm. Pada *ignition timing* dimajukan untuk tingkat emisi paling rendah yaitu 158,60 ppm di 2000 rpm dan tingkat HC paling tinggi yaitu 178 ppm di 5000 rpm.

Hal itu dikarenakan ketika *ignition timing* dimajukan, HC akan naik diakibatkan karena proses pembakaran pada silinder lebih cepat, jadi suhu pada silinder bertahan di tingkat yang cepat, maka dapat mengakibatkan kadar HC meningkat. Sebaliknya apabila *ignition timing* dimundurkan HC menurun. Hal itu dikarenakan proses pembakaran di silinder lebih lama, jadi suhu menjadi relatif tinggi maka HC menurun. Menurut Rastoto dkk (2013) *ignition timing* dimajukan 13° sebelum titik mati atas dapat memperbesar kadar HC, sedangkan dengan dimundurkan 7° sebelum titik mati atas dapat menurunkan emisi HC. Menurut Pratama & Wailandouw (2014) pada pengapian dimajukan 20° dan 22,5° sebelum TMA emisi gas HC akan meningkat, ini diakibatkan oleh pembakaran terjadi pada awal dan menyebabkan HC menjadi meningkat.

Pada waktu pengapian dimajukan. bensin yang belum habis terbakar akan keluar melalui outlet gas buang mesin dan mengandung emisi HC yang keluar melalui knalpot. Nugroho (2012) menyatakan bahwa HC terbentuk oleh proses pembakaran pada silinder kurang sempurna, sehingga bensin tidak habis terbakar pada siklus pembakaran yang mengakibatkan sisa pembakaran keluar melalui knalpot dan menjadi HC.

grafik tingkat CO terlihat perbedaan di ignition timing dimajukan menghasilkan gas buang CO yang cenderung lebih tinggi dibanding pada ignition timing dimundurkan dan ignition timing standar. Perbedaan yang terjadi pada semua putaran mesin. Pada ignition timing standar untuk tingkat CO paling rendah yaitu 0,62% di 2000 rpm dan tingkat CO paling tinggi yaitu 1,82% di 4500 rpm. Pada ignition timing dimundurkan untuk tingkat CO paling rendah yaitu 2,63% di 4000 rpm dan tingkat CO paling tinggi yaitu 5,46% di 5000 rpm. Pada ignition timing dimajukan untuk tingkat HC paling rendah yaitu 3,50% di 3500 rpm dan tingkat emisi CO paling tinggi yaitu 6,58 di 4500 rpm.

. Menurut Gunadi (2010) perubahan ignition timing akan mempengaruhi kandungan emisi yang dihasilkan. Ketika pengapian dimajukan CO meningkat. Sedangkan ketika pengapian dimundurkan CO menurun. Jayanti (2006) yang menyebutkan bahwa karbon monoksida terjadi akibat pembakaran tidak sempurna.

### **Pengaruh Perubahan Tekanan Kompresi Terhadap Emisi HC dan CO**

Terdapat perbedaan hasil emisi gas buang HC, ketika tekanan kompresi diperbesar menghasilkan gas buang HC yang cenderung lebih tinggi dari tekanan kompresi standar, Perbedaan yang terjadi pada semua putaran mesin. Pada tekanan kompresi standar HC paling rendah adalah 151 ppm di 3000 rpm dan tingkat HC paling tinggi yaitu 185 ppm di 5000 rpm. Dan tekanan kompresi diperbesar tingkat HC paling rendah yaitu 158,20 ppm di 3000 rpm dan tingkat HC paling tinggi yaitu 164,20 ppm di 2500 rpm, ini dikarenakan seiring meningkatnya tekanan kompresi, tekanan dan temperatur pada ruang bakar

dapat menyebabkan proses pembakaran berlangsung lebih sempurna. Menurut Wisesa dkk (2015) perbandingan kompresi besar bisa mempengaruhi konsentrasi HC, ini disebabkan oleh bentuk ruang pembakaran yang sempit pada saat TMA. Hal ini bisa menaikkan tekanan menjadi lebih tinggi dari volume engine.

Raharjo (2012) dalam penelitiannya menyatakan bahwa dengan memperbesar tekanan kompresi dapat menyebabkan temperature pada silinder meningkat. Semakin tinggi suhu pada silinder maka semakin tinggi kadar HC yang dihasilkan. Menurut Albana (2016) meningkatnya emisi HC disebabkan karena pembakaran tidak terjadi pada kondisi stoikiometri, sehingga tidak cukup oksigen dalam proses pembakaran.

Pada gas buang CO terdapat perbedaan di tiap variasi kompresi mesin. Pada tekanan kompresi diperbesar menghasilkan gas buang CO yang cenderung lebih tinggi dibanding pada tekanan kompresi standar. Perbedaan yang terjadi pada semua putaran mesin. Pada tekanan kompresi standar tingkat emisi CO paling rendah yaitu 0,62% di 2000 rpm dan tingkat CO paling tinggi yaitu 1,82% di 4500 rpm. Dan pada tekanan kompresi diperbesar tingkat CO paling rendah yaitu 0,89% di 4500 rpm dan tingkat CO paling tinggi yaitu 3,56% di 3000 rpm, perbedaan tersebut disebabkan dengan adanya peningkatan perbandingan kompresi, tekanan dan suhu pada silinder menjadi meningkat. Peningkatan emisi diakibatkan semakin kayanya campuran bensin dan udara. Kekayaan campuran disebabkan oleh perbedaan tekanan udara atmosfer dan di ruang bakar. Menurut Wisesa dkk (2015) perbandingan kompresi menghasilkan tekanan yang tinggi untuk membakar campuran bensin dan udara. Pengaruh peningkatan jumlah kompresi menjadikan tekanan di dalam silinder mengalami peningkatan, sehingga dapat mempengaruhi konsentrasi CO dalam proses pembakaran. Menurut Raharjo (2012) rasio kompresi tinggi dapat mengakibatkan suhu silinder meningkat. Dengan meningkatnya temperatur ruang bakar dapat mengakibatkan kadar emisi CO yang tinggi. Jayanti (2006) yang menyebutkan bahwa karbon monoksida

terjadi karena pembakaran. Di 4500 rpm terjadi penurunan kadar CO, ini dikarenakan bertambahnya kecepatan mesin dapat menambah efisiensi volumetric dan mendorong terjadinya turbulensi di dalam ruang bakar.

### **Pengaruh *Ignition Timing* Dimundurkan dan Tekanan Kompresi Standar Terhadap Emisi HC dan CO**

Terdapat perbedaan gas buang HC, dimana pada *ignition timing* dimundurkan dan tekanan kompresi standar menghasilkan kadar HC yang berbeda. Berdasarkan grafik tingkat emisi gas buang HC pada *ignition timing* dimundurkan cenderung lebih stabil dan lebih efisien dibandingkan dengan tingkat emisi gas buang HC yang dihasilkan oleh tekanan kompresi standar. Pada tekanan kompresi standar mengalami peningkatan sebesar 179 ppm di 3500 rpm dan 185,40 ppm di 5000 rpm. Peningkatan jumlah HC ini dikarenakan makin besar putaran mesin, tekanan & temperature pada silinder akan semakin meningkat. Menurut Albana (2016) meningkatnya emisi HC disebabkan karena pembakaran tidak terjadi pada kondisi stoikiometri, sehingga tidak cukup oksigen dalam proses pembakaran. *Ignition timing* dimundurkan kadar HC menurun, hal terjadi karena proses pembakaran bensin terlalu pelan, jadi kadar HC yang dihasilkan akan turun. Menurut Rastoto dkk (2013) *ignition timing* dimajukan  $13^\circ$  sebelum titik mati atas dapat memperbesar kadar HC, sedangkan dengan dimundurkan  $7^\circ$  sebelum titik mati atas dapat menurunkan emisi HC. Menurut Gunadi (2010) dengan dimundurkannya pengapian, akan membuat kadar HC menurun, tapi bila terlalu mundur dapat menyebabkan kandungan HC meningkat.

Selain HC, gas buang CO juga terdapat perbedaan di tiap variasi kompresi mesinnya, ketika *ignition timing* dimundurkan menghasilkan gas buang CO yang cenderung lebih tinggi dibanding pada tekanan kompresi standar. Menurut Firina (2015) dengan memundurkan *ignition timing* beberapa derajat dapat meningkatkan emisi gas buang CO.

### **Pengaruh *Ignition Timing* Dimundurkan dan Tekanan Kompresi Diperbesar Terhadap Emisi HC dan CO**

Terdapat perbedaan HC. Dimana pada *ignition timing* dimundurkan dan tekanan kompresi diperbesar menghasilkan kadar HC yang berbeda. Tingkat HC paling rendah terjadi saat tekanan kompresi diperbesar dengan 158,2 ppm di 3000 rpm. Tingkat HC paling tinggi terjadi saat *ignition timing* dimundurkan dengan 164,8 di 2500 rpm. Rata-rata HC hampir sama. Nugroho (2012) menyatakan bahwa HC terbentuk dari proses pembakaran pada silinder yang kurang sempurna sehingga bensin tidak terbakar secara habis pada proses pembakaran yang menyebabkan sisa bahan bakar keluar melalui knalpot dan menjadi emisi gas buang HC. Menurut Albana (2016) meningkatnya emisi HC disebabkan karena pembakaran tidak terjadi pada kondisi stoikiometri, sehingga tidak cukup oksigen dalam proses pembakaran.

Terdapat perbedaan gas buang CO. Dimana pada *ignition timing* dimundurkan dan tekanan kompresi diperbesar menghasilkan kadar CO yang berbeda. Pada *ignition timing* dimundurkan untuk tingkat emisi CO paling rendah yaitu 2,63% di 4000 rpm dan tingkat CO paling tinggi yaitu 5,46% di 5000 rpm. Dan pada tekanan kompresi diperbesar tingkat CO paling rendah yaitu 0,89% di 4500 rpm dan tingkat CO paling tinggi yaitu 3,56% di 3000 rpm. Peningkatan CO diakibatkan karena semakin kayanya campuran bensin dan udara. Kekayaan campuran disebabkan oleh perbedaan tekanan udara atmosfer dan di ruang bakar. Menurut Gunadi (2010) perubahan *ignition timing* akan mempengaruhi kandungan emisi yang dihasilkan. Menurut Wisesa dkk (2015) perbandingan kompresi menghasilkan tekanan yang tinggi, digunakan membakar campuran bensin dan udara. Pengaruh peningkatan menjadikan tekanan di dalam silinder mengalami peningkatan. Peningkatan tekanan di dalam silinder dapat mempengaruhi konsentrasi CO dalam proses pembakaran. Menurut Raharjo (2012) tekanan kompresi yang tinggi dapat menyebabkan temperatur ruang bakar meningkat. Dengan meningkatnya

temperatur ruang bakar dapat mempengaruhi kadar emisi CO.

### **Pengaruh Ignition Timing Dimajukan dan Tekanan Kompresi Standar Terhadap Emisi HC dan CO**

Terdapat perbedaan hasil emisi gas buang HC. Ketika *ignition timing* dimajukan dan tekanan kompresi standar menghasilkan kadar HC yang berbeda. Pada *ignition timing* dimajukan untuk emisi paling rendah yaitu 158,60 ppm di 2000 rpm dan tingkat HC paling tinggi yaitu 178 ppm di 5000 rpm. Pada tekanan kompresi standar tingkat HC paling rendah yaitu 151 ppm di 3000 rpm dan tingkat HC paling tinggi yaitu 185 ppm di 5000 rpm. Jadi tingkat HC yang efisien pada tekanan kompresi standar. Dan tingkat emisi HC meningkat pada *ignition timing* dimajukan. Hal itu dikarenakan ketika *ignition timing* dimajukan kadar HC meningkat, ini terjadi karena proses pembakaran bensin pada silinder lebih cepat, sehingga suhu pada silinder jadi cepat, ini dapat mengakibatkan HC meningkat. Menurut Rastoto dkk (2013) *ignition timing* dimajukan  $13^\circ$  sebelum titik mati atas dapat memperbesar kadar HC, sedangkan dengan dimundurkan  $7^\circ$  sebelum titik mati atas dapat menurunkan emisi HC. Menurut Pratama & Wailandouw (2014) pada pengapian dimajukan  $20^\circ$  dan  $22,5^\circ$  sebelum TMA emisi gas HC akan meningkat, ini terjadi saat pembakaran terjadi awal, sehingga menyebabkan campuran bensin dan udara terbakar di awal dan HC menjadi meningkat. Pada waktu pengapian dimajukan, kadar bensin yang belum terbakar terlalu banyak. Bensin yang belum terbakar akan terbuang melalui outlet gas buang mesin dan mengandung emisi HC yang keluar melalui knalpot.

Terdapat perbedaan hasil emisi gas buang CO. ketika *ignition timing* dimajukan dan tekanan kompresi standar menghasilkan CO yang berbeda. Pada *ignition timing* dimajukan untuk emisi paling rendah yaitu 3,50% di 3500 rpm dan tingkat CO paling tinggi yaitu 6,58 di 4500 rpm. Pada tekanan kompresi standar tingkat HC paling rendah yaitu 151 ppm di 3000 rpm dan tingkat HC paling tinggi yaitu 185 ppm di 5000 rpm. Di *ignition timing* dimajukan tingkat emisi CO menjadi tinggi

dari tingkat HC di tekanan kompresi standart. Menurut Gunadi (2010) perubahan *ignition timing* akan mempengaruhi kandungan emisi yang dihasilkan. Ketika pengapian dimajukan CO meningkat. Sedangkan ketika pengapian dimundurkan CO menurun. Jayanti (2006) yang menyebutkan bahwa karbon monoksida terjadi karena pembakaran tidak sempurna.

### **Pengaruh Ignition Timing Dimajukan dan Tekanan Kompresi Diperbesar Terhadap Emisi HC dan CO**

Terdapat perbedaan gas buang HC. ketika *ignition timing* dimajukan dan tekanan kompresi standar menghasilkan kadar HC yang berbeda. Pada *ignition timing* dimajukan untuk emisi paling rendah yaitu 158,60 ppm di 2000 rpm dan tingkat HC paling tinggi yaitu 178 ppm di 5000 rpm. Dan pada tekanan kompresi diperbesar tingkat HC paling rendah yaitu 158,20 ppm di 3000 rpm dan tingkat HC paling tinggi yaitu 164,20 ppm di 2500 rpm. Hasil rata-rata dari tingkat emisi HC antara *ignition timing* dimajukan dan tekanan kompresi diperbesar memiliki selisih yang tidak terlalu besar. Tingkat emisi HC paling tinggi terjadi pada tekanan kompresi diperbesar. Hal ini dikarenakan seiring meningkatnya tekanan kompresi, tekanan dan temperatur pada ruang bakar dapat menyebabkan proses pembakaran berlangsung lebih sempurna. Menurut Wisesa dkk (2015) perbandingan kompresi tinggi bisa mengakibatkan konsentrasi HC meningkat, ini disebabkan dari bentuk silinder yang sempit pada saat TMA. Raharjo (2012) dalam penelitiannya menyatakan bahwa dengan memperbesar tekanan kompresi dapat menyebabkan temperature pada silinder meningkat. Semakin panas suhu pada silinder maka semakin tinggi HC yang dihasilkan. Menurut Albana (2016) meningkatnya emisi HC disebabkan karena pembakaran tidak terjadi pada kondisi stoikiometri, sehingga tidak cukup oksigen dalam proses pembakaran.

Terdapat perbedaan gas buang CO. ketika *ignition timing* dimajukan dan tekanan kompresi standar menghasilkan CO yang berbeda. Pada *ignition timing* dimajukan untuk CO paling rendah yaitu 3,50% di 3500 rpm dan tingkat CO paling tinggi yaitu 6,58 di 4500

rpm. dan pada tekanan kompresi diperbesar tingkat CO paling rendah yaitu 0,89% di 4500 rpm dan tingkat CO paling tinggi yaitu 3,56% di 3000 rpm. Tingkat CO paling tinggi terjadi pada *ignition timing* dimajukan. Hal ini terjadi karena ketika *ignition timing* dimajukan CO lebih tinggi dibanding *ignition timing* dimundurkan, ini dikarenakan campuran bensin dan udara tidak habis terbakar, karena waktu pembakaran yang cepat. Menurut Gunadi (2010) perubahan *ignition timing* akan mempengaruhi kandungan emisi yang dihasilkan. Ketika pengapian dimajukan CO meningkat. Sedangkan ketika pengapian dimundurkan CO menurun. Jayanti (2006) yang menyebutkan bahwa karbon monoksida terjadi karena pembakaran tidak sempurna.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang sudah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pengaruh perubahan *ignition timing* dan tekanan kompresi terhadap emisi HC dan CO pada sepeda motor tipe mesin SOHC 150cc injeksi terdapat perbedaan-perbedaan yang signifikan. Adapun hasil dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut.

1. Ada perbedaan jumlah HC dan CO setelah dilakukan perubahan *ignition timing*. Dimana tingkat emisi HC dan CO pada *ignition timing* dimundurkan dan *ignition timing* dimajukan mengalami peningkatan dibanding *ignition timing* standar. Pada *ignition timing* dimajukan tingkat emisi HC dan CO lebih tinggi dibanding dengan *ignition timing* yang dimundurkan. Selain itu pada *ignition timing* dimajukan pada rpm tinggi dapat menimbulkan detonasi (*knocking*).
2. Ada perbedaan jumlah HC dan CO setelah dilakukan perubahan tekanan kompresi. Dimana tingkat emisi HC dan CO pada tekanan kompresi yang diperbesar mengalami peningkatan dibanding dengan tekanan kompresi standar. Selain itu dengan tekanan kompresi yang diperbesar dapat menyebabkan suhu mesin mengalami peningkatan.
3. Ada perbedaan jumlah HC dan CO pada *ignition timing* dimundurkan dan tekanan kompresi standar. Dimana tingkat emisi gas buang HC pada *ignition timing* dimundurkan cenderung lebih stabil dan lebih efisien dibandingkan dengan tingkat emisi gas buang HC yang dihasilkan oleh tekanan kompresi standar dan pada *ignition timing* dimundurkan menghasilkan gas buang CO yang cenderung lebih tinggi dibanding pada tekanan kompresi standar.
4. Ada perbedaan jumlah HC dan CO pada *ignition timing* dimundurkan dan tekanan kompresi diperbesar. Dimana tingkat emisi HC pada *ignition timing* dimundurkan dan tekanan kompresi diperbesar memiliki selisih yang tidak terlalu berbeda, tingkat emisi HC sedikit lebih tinggi pada *ignition timing* dimundurkan. Dan tingkat emisi CO lebih tinggi pada *ignition timing* dimundurkan dibandingkan dengan tekanan kompresi diperbesar.
5. Ada perbedaan jumlah HC dan CO pada *ignition timing* dimajukan dan tekanan kompresi standar. Dimana tingkat emisi HC dan CO pada *ignition timing* dimajukan memiliki kadar yang sedikit lebih tinggi pada tekanan kompresi standar.
6. Ada perbedaan jumlah HC dan CO pada *ignition timing* dimajukan dan tekanan kompresi diperbesar. Dimana tingkat emisi HC pada *ignition timing* dimajukan dan tekanan kompresi diperbesar memiliki selisih yang tidak terlalu berbeda, tingkat emisi HC sedikit lebih tinggi pada tekanan kompresi diperbesar. Dan tingkat emisi CO lebih tinggi pada *ignition timing* dimajukan dibandingkan dengan tekanan kompresi diperbesar.

## Saran

Setelah mengetahui hasil dan kesimpulan dari penelitian, peneliti dapat memberikan saran sebagai berikut:

### 1. Bagi jurusan Teknik mesin

Dengan demikian sangat disarankan bagi Jurusan Teknik Mesin UM dapat mengunggah hasil skripsi ini pada *link* Jurusan Teknik Mesin UM agar skripsi dapat digunakan sebagai rujukan tambahan. Bagi peminat bidang otomotif.

### 2. Bagi penelitian selanjutnya

Bagi penelitian selanjutnya disarankan supaya meneliti perbedaan perubahan *ignition timing* dan tekanan kompresi terhadap daya dan konsumsi bahan bakar.

### 3. Bagi pengguna kendaraan

Bahwa perubahan *ignition timing* dapat mengurangi tingkat emisidengan syarat penyetelan yang tepat. Sedangkan merubah tekanan kompresi dengan cara memperbesar tidak dianjurkan karena sesuai data hasil penelitian, tingkat emisi mengalami peningkatan

## DAFTAR RUJUKAN

- Aly, Sumarni Hamid. 2015. *Emisi Transportasi*. Penerbar Plus: Jakarta
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis*, (Online), (<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>). Diakses 28 Juli 2019.
- Christian, Yohanes. 2016. *Pengaruh Variasi Rasio Kompresi Terhadap Prestasi Mesin Motor Bakar 4 Langkah Berbahan Bakar LPG*. Kripsi tidak diterbitkan. Jember: Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Nugraha, B, S. 2007. Aplikasi Teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektronik (Efi) Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Sepeda Motor. *Jurnal ilmiah Populer dan teknologi Terapan*, Vol 5 No 2
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 20 Tahun 2017 Tentang Baku Mutu Emisi Gas Buang Kendaraan

Bermotor Tipe Baru. (Online), ([http://ppid.menlhk.go.id/siaran\\_pers/browse/579](http://ppid.menlhk.go.id/siaran_pers/browse/579)), Diakses tanggal 21 September 2019.

Yulastuti, Ambar, 2008, *Estimasi Sebaran Keruangan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Di Kota Semarang*. Skripsi tidak diterbitkan. Jurusan Perencanaan Wilayah Dan Kota. Universitas Diponegoro. Semarang

Raharjo, Winarno Dwi dan Karnowo. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Universitas Negeri Semarang: Semarang.

