

## PENGARUH KENDALI ECU EFI SAAT PENGAPIAN PADA BERBAGAI OKTAN NUMBER TERHADAP EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR 125cc

Abdul Muhith, Muchammad Harly, Sumarli  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang  
Jl. Semarang 5, Malang (65145)  
Email: abdul.muhith.1605136@students.um.ac.id

**Abstrak.** Kualitas bahan bakar sangat mempengaruhi emisi gas buang sepeda motor. Emisi seperti karbonmonoksida & hidrokarbon dapat menyebabkan polusi lingkungan. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini dengan mengoptimalkan cara kerja mesin, berupa pengaturan timing awal pengapian. Dengan pengaturan timing awal pengapian dan pemilihan bahan bakar yang tepat bisa meminimalisir emisi gas buang. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kendali ecu efi saat pengapian pada berbagai oktan number terhadap emisi karbonmonoksida dan emisi hidrokarbon. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan skema dari setiap variasi timing awal pengapian ( $7^{\circ}$ BTDC,  $10^{\circ}$ BTDC,  $13^{\circ}$ BTDC) dan oktan number (RON 90, RON 92). Alat yang digunakan untuk pengujian yaitu *Engine Gas Analyzer*. Dari penelitian ini didapatkan hasil emisi karbonmonoksida terendah saat menggunakan timing awal pengapian  $10^{\circ}$ BTDC pada 5000rpm sebesar 0,19% dan oktan number 92 pada rpm 5000 sebesar 0,66%. Untuk hasil emisi hidrokarbon terendah saat menggunakan timing awal pengapian  $10^{\circ}$ BTDC pada 5000rpm sebesar 28ppm dan oktan number 92 pada rpm 5000 sebesar 80ppm. Sehingga dapat disimpulkan ada perbedaan kendali ECU EFI saat pengapian pada berbagai oktan number terhadap emisi karbonmonoksida dan emisi hidrokarbon.

**Kata Kunci.** *Kendali ECU EFI, Oktan Number, Emisi Gas Buang.*

**Abstrac.** *The quality of fuel very significant impact on resources and exhaust gas emissions motorcycles. Like karbonmonoksida hydrocarbon emissions and can cause, polluting the environment at the moment gas emissions the results of the burning of transportation is a major culprit, polluting the environment one way to address this issue is to optimize treatment offered a job engine of the arrangements early. Ignition timing to show off optimization work can help reduce gas emissions on a motorcycle. With its fuel for the right and set early ignition timing to make revolutions, then we can achieve a maximum of combustion optimization the purpose of this research to know of controlling influence ecu efi bootloader when pengapian on various octane number against karbonmonoksida, hydrocarbon emissions and emissions this research was done using the scheme of every variation of the early timing of ignition ( $7^{\circ}$ BTDC,  $10^{\circ}$ BTDC,  $13^{\circ}$ BTDC) and octane number (RON 90, RON 92). An instrument used to test the engine gas analyzer or the emission of research is lowest karbonmonoksida when using a timing early ignition  $10^{\circ}$ BTDC btdc in 5000rpm of % 0,19 and octane number 92 at rpm of 5000 % 0,66 to yield emission lowest hydrocarbon when using a timing early ignition  $10^{\circ}$ BTDC in 5000rpm of 28ppm and octane number 92 at rpm 5000 of 80ppm. So that it can be concluded there an effect control ecu efi bootloader when ignition in various octane number against karbonmonoksida emission and hydrocarbon emission.*

**Keywords:** *Ecu control*

*efi, octane number, exhaust gas emissions.*

Produk industri otomotif yang salah satunya adalah sepeda motor, memiliki perkembangan teknologi yang sangat pesat. Industri otomotif juga terus mengembangkan produknya guna memperbaiki efisiensi dan performa dari produknya, Faktor lain yang mempengaruhi industri otomotif terus berkembang yaitu karena adanya persaingan antar setiap perusahaan agar masyarakat tertarik untuk membelinya. Perkembangan teknologi dalam bidang otomotif yang paling

terlihat yaitu pada sistem pengapian. Perkembangan dalam bidang kelistrikan dapat dilihat dari perkembangan pada sistem pengapian yang awalnya menggunakan platina lalu berganti pada CDI (capacitor discharge ignition). Sekarang sistem pengapian CDI telah banyak ditinggalkan karena hampir semua produsen kendaraan telah beralih pada sistem FI (fuel injection). Pada sistem FI saat ini fungsi dari CDI telah digantikan oleh ECU (electronic control unit). ECU pada sistem

EFI tidak hanya mengatur sistem pengapian namun juga mengatur sistem bahan bakar.

ECU merupakan komponen yang sangat penting pada sistem kontrol elektronik, *micro computer* yang ada pada ECU dapat mengolah data yang diterima oleh input sensor dan mengirimkan data yang telah diolah menuju actuator dalam bentuk sinyal tegangan. Pada sepeda motor saat ini menggunakan ECU *non programmable*. ECU *non programmable* adalah ECU yang tidak dapat diatur bahan bakar maupun pengapian. Kebanyakan ECU standart pabrik memiliki settingan yang tidak dapat diubah.

Menurut Ferguson dalam Sukidjo (2011:62) performa mesin dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, ukuran mesin, angka kompresi, suhu dan tekanan udara di sekelilingnya, proses pembakaran, dan kualitas bahan bakar. Untuk meningkatkan performa mesin pada kendaraan injeksi salah satunya adalah memperbaiki proses pembakarannya. Dalam proses pembakaran sebuah mesin akan dipicu oleh percikan pada busi. Peningkatan terjadi pada saat dilakukan pengaturan ulang waktu pengapian untuk memperoleh tekanan maksimal pada ruang bakar yang dapat menghasilkan daya dorong piston dengan maksimal kebawah dan mengasalkan performa maksimum mesin. Kenaikan performa mesin merupakan kebutuhan oleh seseorang yang menginginkan sepeda motor dengan tenaga yang maksimal.

Pembakaran dari campuran bahan bakar dan udara akan diatur oleh sistem pengapian, sistem pengapian merupakan pemicu sebuah proses pembakaran melalui pembangkitan tegangan pada *ignition coil* lalu diteruskan hingga terjadinya loncatan bunga api pada busi. Proses ini sangat penting karena pada mesin bensin campuran bahan bakar dan udara tidak bisa terbakar dengan sendirinya. Loncatan bunga api yang terjadi pada busi harus berada pada saat yang tepat yaitu saat hampir berakhirnya langkah kompresi. Percikan bunga api pada busi akan memicu terjadinya suatu ledakan yang terjadi karena terbakarnya bahan bakar dan udara dengan tekanan yang cukup tinggi, tekanan inilah yang digunakan untuk menghasilkan suatu tenaga karena dapat mendorong piston dengan kuat menuju TMB.

Sistem pengapian merupakan suatu rangkaian sistem agar busi dapat memercikan bunga api dengan cepat, kuat dan akurat.

Menurut Daryanto (2001:14), saat terjadinya pengapian, campuran antara udara dan bahan bakar akan mencapai titik sempurna dalam waktu sekitar kurang dari 2 milidetik. Percikan bunga api pada busi harus diawali sebelum titik mati atas (TMA) sehingga puncak ledakan terjadi beberapa saat setelah titik mati atas (TMA). Sehingga bila percikan bunga api pada busi terlalu awal maka puncak ledakan yang seharusnya terjadi beberapa saat sebelum titik mati atas (TMA) akan maju lebih awal pada sebelum titik mati atas (TMA), mengakibatkan tekanan dan temperatur ruang bakar meningkat yang dapat menjadikan proses pembakaran berlangsung lebih singkat karena campuran bahan bakar dan udara akan terpicu dari tekanan dan temperatur ruang bakar yang terlampaui tinggi. Pada putaran yang lebih tinggi, turbulensi yang terjadi cukup tinggi sehingga percampuran bahan bakar dan udara cukup baik, tetapi bahan bakar akan banyak terbuang karena waktu pengapian tidak dimajukan karena kecepatan rambat api tetap.

Menurut Setiyo (2017) ECU Programmable adalah ECU yang mampu diprogram ulang waktu dan durasi penginjeksian serta waktu pengapian untuk memenuhi kebutuhan mesin kompetisi atau mesin standart yang telah dimodifikasi. Untuk perubahan pemetaan ini biasa disebut remapping, berfungsi untuk melakukan perubahan pada waktu dan durasi penginjeksian serta waktu pengapian sesuai kebutuhan mesin untuk mencapai performa.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan sebuah sepeda motor Yamaha Mio M3 125cc dengan kondisi mesin standar. Adapun alat digunakan untuk pengambilan penelitian ini adalah (*tune-up tools*, busur derajad, *scantool*, gelas ukur, dan *engine gas analyzer*). Untuk bahan yang digunakan (bahan bakar ron 90 dan bahan bakar ron 92). Untuk mendapatkan data yang valid pengambilan data dibagi menjadi 3 tahap yaitu:

### I. Persiapan alat & bahan

- A) Pengumpulan bahan penelitian berupa bahan bakar ron 90 dan ron 92 yang didapat di spbu dan juga *coil pulser* yang didapat dari toko *sparepart*.
- B) Melakukan pengukuran sudut pengapian dengan cara menggeser *coil pulser*.
- C) Mengukur jumlah bahan bakar (1liter).
- D) Menyiapkan alat uji.

II. Pelaksanaan pengujian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan skema dari setiap variasi timing awal pengapian dan oktan number (ron). Data tersebut antara lain timing awal pengapian 7°btdc & ron 90, 7°btdc & ron 92, 10°btdc & ron 90, 10°btdc & ron 92, 13°btdc & ron 90, 13°btdc & ron 92.

III. Analisa hasil pengujian

Pada penelitian ini, teknik analisis data deskriptif menggunakan *software spss 26 for windows* dengan analisa *two-way anova*. Analisis deskriptif digunakan untuk menguji 2 hasil pengujian sebagai berikut:

- A) Hasil pengujian karbonmonoksida

Hasil pengujian dengan *engine gas analyzer* akan dianalisa tingkat sudut pengapian dan bahan bakar yang diuji kemudian dicari kadar karbonmonoksida terendah.

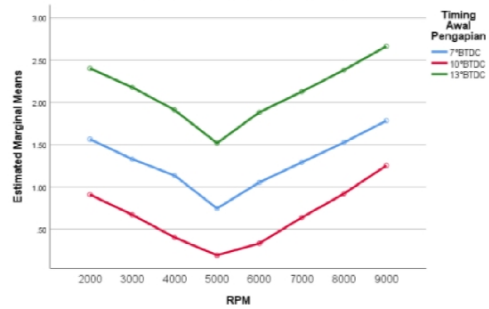
- B) Hasil pengujian hidrokarbon

Hasil pengujian dengan *engine gas analyzer* akan dianalisa tingkat sudut pengapian dan bahan bakar yang diuji kemudian dicari kadar Hidrokarbon terendah.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah melakukan pengujian maka di peroleh data dari Emisi Karbonmonoksida, dan Emisi Hidrokarbon dari setiap variasi timing awal pengapian dan oktan number (RON). Data tersebut diperoleh dari timing awal pengapian 7°BTDC & RON 90, 7°BTDC & RON 92, 10°BTDC & RON 90, 10°BTDC & RON 92, 13°BTDC & RON 90, 13°BTDC & RON 92.

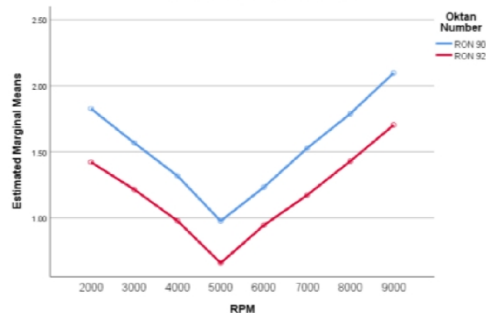
**Grafik Timing Awal Pengapian Terhadap Karbonmonoksida**



**Gambar 1. Grafik Timing Pengapian terhadap Karbonmonoksida**

Dari grafik diatas menunjukkan saat putaran rendah (2000rpm) karbonmonoksida tinggi kemudian mengalami penurunan sampai putaran 5000rpm. Selanjutnya pada putaran 6000rpm mengalami kenaikan sampai putaran 9000rpm. Karbonmonoksida tertinggi dihasilkan saat menggunakan timing awal pengapian 13°BTDC pada 9000rpm sebesar 2,67%. Kemudian untuk karbon-monoksida terendah dihasilkan saat menggunakan timing awal pengapian 10°BTDC pada 5000rpm sebesar 0,19%.

**Grafik Oktan Number Terhadap Karbonmonoksida**

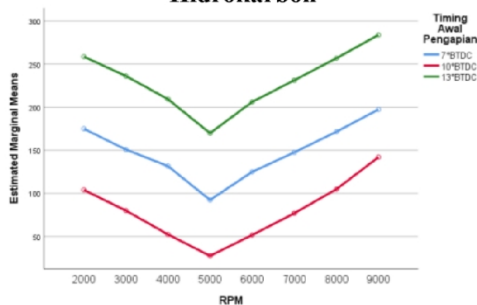


**Gambar 2. Grafik Oktan Number terhadap Karbonmonoksida**

Dari grafik diatas menunjukkan saat putaran rendah (2000rpm) karbonmonoksida tinggi kemudian mengalami penurunan sampai putaran 5000rpm. Selanjutnya pada putaran 6000rpm mengalami kenaikan sampai putaran 9000rpm. Karbonmonoksida tertinggi dihasilkan saat menggunakan oktan number 90 pada 9000rpm sebesar 2,10%. Kemudian untuk karbonmonoksida terendah dihasilkan saat menggunakan oktan number 92 pada rpm 5000 sebesar 0,66%.



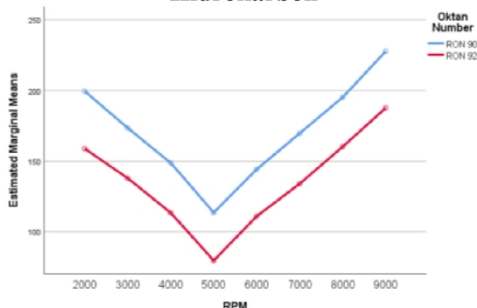
**Grafik Timing Awal Pengapian Terhadap Hidrokarbon**



**Gambar 3. Grafik Timing Pengapian terhadap Hidrokarbon**

Dari grafik diatas menunjukkan saat putaran rendah (2000rpm) hidro-karbon tinggi kemudian mengalami penurunan sampai putaran 5000rpm. Selanjutnya pada putaran 6000rpm mengalami kenaikan sampai putaran 9000rpm. Hidrokarbon tertinggi dihasilkan saat menggunakan timing awal pengapian 13°bt dc pada 9000rpm sebesar 284ppm. Kemudian untuk karbonmonoksida terendah dihasilkan saat menggunakan timing awal pengapian 10°bt dc pada 5000rpm sebesar 28ppm.

**Grafik Oktan Number Terhadap Hidrokarbon**



**Gambar 4. Grafik Oktan Number terhadap Hidrokarbon**

Dari grafik diatas menunjukkan saat putaran rendah (2000rpm) hidrokarbon tinggi kemudian mengalami penurunan sampai putaran 5000rpm. Selanjutnya pada putaran 6000rpm mengalami kenaikan sampai putaran 9000rpm. Hidrokarbon tertinggi dihasilkan saat menggunakan oktan number 90 pada 9000rpm sebesar 228ppm. Kemudian untuk karbonmonoksida terendah dihasilkan saat menggunakan oktan number 92 pada rpm 5000 sebesar 80ppm.

**Hasil analisis karbonmonoksida**

**Tabel 1. Uji Karbonmonoksida**

**Tabel Uji Karbonmonoksida**  
Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Karbonmonoksida

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	57,057 <sup>a</sup>	5	11,411	93,163	,000
Intercept	266,069	1	266,069	2196,692	,000
TimingAwal/Pengapian	52,124	2	26,062	212,769	,000
OktanNumber	4,445	1	4,445	36,290	,000
TimingAwal/Pengapian * OktanNumber	,488	2	,244	1,992	,140
Error	16,903	138	,122		
Total	343,029	144			
Corrected Total	73,960	143			

*A) Corrected model*

Untuk mengetahui pengaruh variabel *inde-pendent* (timing awal pengapian, oktan number, dan timing awal pengapian\*oktan number) terhadap variabel *depen-dent* (hasil karbonmonoksida). Dari tabel diatas bisa kita lihat berdasarkan nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$  berarti model yang diperoleh valid.

*B) Intercept*

Merupakan nilai perubahan va-riabel *dependent* tanpa perlu dipe-ngaruhi keberadaan variabel *inde-pendent*. Dari tabel diatas bisa kita li-hat berdasar nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$  berarti *intercept* berkontribusi secara signifikan.

*C) Timing awal pengapian*

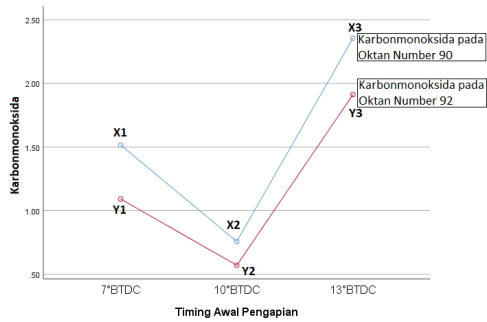
Menjelaskan berpengaruh tidaknya timing awal pengapian terhadap hasil karbonmonoksida. Dari tabel diatas nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$ . Disimpulkan “*ada pe-ngaruh signifikan* timing awal pengapian terhadap hasil karbon-monoksida”.

*D) Oktan number*

Menjelaskan berpengaruh tidaknya oktan number terhadap hasil karbonmonoksida. Dari tabel diatas signifikansi  $0,00 < 0,05$ . Di-simpulkan “*ada pengaruh signifi-kan* oktan number terhadap hasil karbonmonoksida”

*E) Timing awal pengapian\*oktan number*

Dalam kasus ini kita akan me-nguji ada atau tidaknya interaksi timing awal pengapian dengan oktan number. Dari tabel diatas signifikan-si  $0,140 < 0,05$ . Disimpulkan “*tidak ada interaksi* timing awal pengapian dengan oktan number dalam menentukan hasil karbonmonoksida”.



Gambar 5. Grafik Timing Awal Pengapian terhadap Karbonmonoksida

Dari grafik diatas tidak ada perpotongan antar keduanya sehingga dapat di simpulkan “tidak ada interaksi timing awal pengapian dengan oktan number dalam menentukan hasil karbonmonoksida”. Untuk timing awal pengapian 7°bt dc hasil karbonmonoksida pada oktan number 92 lebih rendah dari oktan number 90, untuk timing awal pengapian 10°bt dc hasil karbon-monoksida pada oktan number 92 lebih rendah dari oktan number 90, dan untuk timing awal pengapian 13°bt dc hasil karbonmonoksida pada oktan number 92 lebih rendah dari oktan number 90.

Untuk hasil karbonmonoksida terendah pada timing awal pengapian 10°bt dc, hasil karbonmonoksida sedang pada timing awal pengapian 7°bt dc, dan hasil karbonmonoksida tertinggi pada timing awal pengapian 13°bt dc.

Tabel 2. Hasil Pengujian Hipotesis Data Timing Awal (Karbon Monoksida) **Tabel Post Hoc Test** Multiple Comparisons

Dependent Variable: Karbonmonoksida						
Tukey HSD						
(i) Timing Awal	(j) Timing Awal	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Pengapian	Pengapian				Lower Bound	Upper Bound
7°BTDC	10°BTDC	.6394 <sup>a</sup>	.07144	.000	.4701	.8086
	13°BTDC	-.8302 <sup>b</sup>	.07144	.000	-.9995	-.6609
10°BTDC	7°BTDC	-.6394 <sup>a</sup>	.07144	.000	-.8086	-.4701
	13°BTDC	-1.4696 <sup>b</sup>	.07144	.000	-1.6388	-1.3003
13°BTDC	7°BTDC	.8302 <sup>a</sup>	.07144	.000	.6609	.9995
	10°BTDC	1.4696 <sup>b</sup>	.07144	.000	1.3003	1.6388

Tabel diatas merupakan hasil pengujian hipotesis menggunakan metode statistik *post hoc test (multiple comparisons)* untuk data hasil karbonmonoksida berdasarkan variabel dependent timing awal pengapian. Perbandingan ke-1 antara timing awal pengapian 7°bt dc dengan timing awal pengapian 10°bt dc. Diperoleh nilai signifikansi  $0,0 < 0,05$  ( $H_0$  ditolak). Disimpulkan “ada pengaruh signifikan timing awal pengapian 7°bt dc dengan timing awal pengapian 10°bt dc terhadap hasil karbon-monoksida”.

Perbandingan ke-2 antara timing awal pengapian 7°bt dc dengan timing awal pengapian 13°bt dc. Diperoleh nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$  ( $H_0$  ditolak). Di-simpulkan “ada pengaruh signifikan timing awal pengapian 7°bt dc dengan timing awal pengapian 13°bt dc terhadap hasil karbonmonoksida”.

Perbandingan ke-3 antara timing awal pengapian 10°bt dc dengan timing awal pengapian 7°bt dc. Diperoleh nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$  ( $H_0$  ditolak). Di-simpulkan “ada pengaruh signifikan timing awal pengapian 10°bt dc dengan timing awal pengapian 7°bt dc terhadap hasil karbonmonoksida”.

Perbandingan ke-4 antara timing awal pengapian 10°bt dc dengan timing awal pengapian 13°bt dc. Diperoleh nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$  ( $H_0$  ditolak). Di-simpulkan “ada pengaruh signifikan timing awal pengapian 10°bt dc dengan timing awal pengapian 13°bt dc terhadap hasil karbon-monoksida”.

Perbandingan ke-5 antara timing awal pengapian 13°bt dc dengan timing awal pengapian 7°bt dc. Diperoleh nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$  ( $H_0$  ditolak). Di-simpulkan “ada pengaruh signifikan timing awal pengapian 13°bt dc dengan timing awal pengapian 7°bt dc terhadap hasil karbonmonoksida”.

Perbandingan ke-6 antara timing awal pengapian 13°bt dc dengan timing awal pengapian 10°bt dc. Diperoleh nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$  ( $H_0$  ditolak). Di-simpulkan “ada pengaruh signifikan timing awal pengapian 13°bt dc dengan timing awal pengapian 10°bt dc terhadap hasil karbonmonoksida”.

Hasil analisis hidrokarbon

Tabel 3. Hasil Pengujian Hidrokarbon

**Tabel Uji Hidrokarbon**  
Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hidrokarbon					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	603415.972 <sup>a</sup>	5	120683.194	96.676	.000
Intercept	3389894.694	1	3389894.694	2715.547	.000
TimingAwalPengapian	553092.347	2	276546.174	221.533	.000
OktanNumber	47161.361	1	47161.361	37.780	.000
TimingAwalPengapian * OktanNumber	3162.264	2	1581.132	1.267	.285
Error	172269.333	138	1248.329		
Total	4165580.000	144			
Corrected Total	775685.306	143			

A) Corrected model

Untuk mengetahui pengaruh varabel *inde-pendent* (timing awal pengapian, oktan number, dan timing awal pengapian\*oktan

number) terhadap variabel *dependen* (hasil hidrokarbon). Dari tabel diatas bisa kita lihat berdasarkan nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$  berarti model yang diperoleh valid.

B) *Intercept*

Merupakan nilai perubahan variabel *dependent* tanpa perlu dipengaruhi keberadaan variabel *independent*. Dari tabel diatas bisa kita lihat berdasarkan nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$  berarti *intercept* berkontribusi secara signifikan.

C) *Timing awal pengapian*

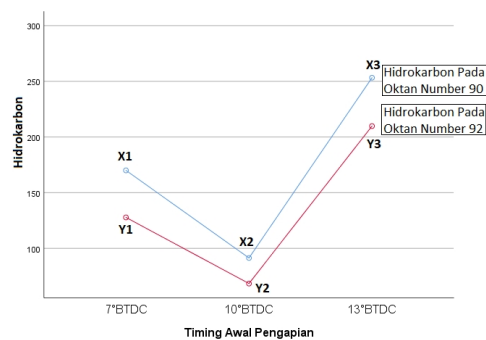
Menjelaskan berpengaruh tidaknya timing awal pengapian terhadap hasil hidrokarbon. Dari tabel diatas nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$ . Disimpulkan “*ada pengaruh signifikan* timing awal pengapian terhadap hasil hidrokarbon”.

D) *Oktan number*

Menjelaskan berpengaruh tidaknya oktan number terhadap hasil karbonmonoksida. Dari tabel diatas signifikansi  $0,00 < 0,05$ . Di-simpulkan “*ada pengaruh signifikan* oktan number terhadap hasil hidrokarbon”.

E) *Timing awal pengapian\*oktan number*

Dalam kasus ini kita akan menguji ada atau tidaknya interaksi timing awal pengapian dengan oktan number. Dari tabel diatas signifikansi  $0,140 < 0,05$ . Disimpulkan “*tidak ada interaksi* timing awal pengapian dengan oktan number dalam menentukan hasil hidrokarbon”.



Gambar 6. Grafik Timing Awal Pengapian Terhadap Hidrokarbon

Dari grafik diatas tidak ada perpotongan antar keduanya sehingga dapat di simpulkan “*tidak ada interaksi* timing awal pengapian dengan oktan number dalam menentukan hasil hidrokarbon”. Untuk timing awal pengapian

7°btdc hasil hidrokarbon pada oktan number 92 lebih rendah dari oktan number 90, untuk timing awal pengapian 10°btdc hasil hidrokarbon pada oktan number 92 lebih rendah dari oktan number 90, dan untuk timing awal pengapian 13°btdc hasil hidrokarbon pada oktan number 92 lebih rendah dari oktan number 90.

Kemudian, untuk hasil hidrokarbon terendah pada timing awal pengapian 10°btdc, hasil hidrokarbon sedang pada timing awal pengapian 7°btdc, dan hasil hidrokarbon tertinggi pada timing awal pengapian 13°btdc.

Tabel 4. Hasil Pengujian Hipotesis Timing Awal Pengapian (data hidrokarbon)

**Tabel Post Hoc Test**  
Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hidrokarbon

Tukey HSD

(I) Timing Awal Pengapian	(J) Timing Awal Pengapian	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	Upper Bound
7°BTDC	10°BTDC	69.00 <sup>a</sup>	7.212	.000	51.91	86.09
	13°BTDC	-82.60 <sup>b</sup>	7.212	.000	-99.69	-65.52
10°BTDC	7°BTDC	-69.00 <sup>b</sup>	7.212	.000	-86.09	-51.91
	13°BTDC	-151.60 <sup>c</sup>	7.212	.000	-168.69	-134.52
13°BTDC	7°BTDC	82.60 <sup>a</sup>	7.212	.000	65.52	99.69
	10°BTDC	151.60 <sup>c</sup>	7.212	.000	134.52	168.69

Tabel diatas merupakan hasil pengujian hipotesis menggunakan metode statistik *post hoc test (multiple comparisons)* untuk data hasil hidrokarbon berdasarkan variabel dependent timing awal pengapian. Perbandingan ke-1 antara timing awal pengapian 7°btdc dengan timing awal pengapian 10°btdc. Diperoleh nilai signifikansi  $0,0 < 0,05$  ( $H_0$  ditolak). Disimpulkan “*ada pengaruh signifikan* timing awal pengapian 7°btdc dengan timing awal pengapian 10°btdc terhadap hasil hidrokarbon”.

Perbandingan ke-2 antara timing awal pengapian 7°btdc dengan timing awal pengapian 13°btdc. Diperoleh nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$  ( $H_0$  ditolak). Di-simpulkan “*ada pengaruh signifikan* timing awal pengapian 7°btdc dengan timing awal pengapian 13°btdc terhadap hasil hidrokarbon”.

Perbandingan ke-3 antara timing awal pengapian 10°btdc dengan timing awal pengapian 7°btdc. Diperoleh nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$  ( $H_0$  ditolak). Di-simpulkan “*ada pengaruh signifikan* timing awal pengapian 10°btdc dengan timing awal pengapian 7°btdc terhadap hasil hidrokarbon”.



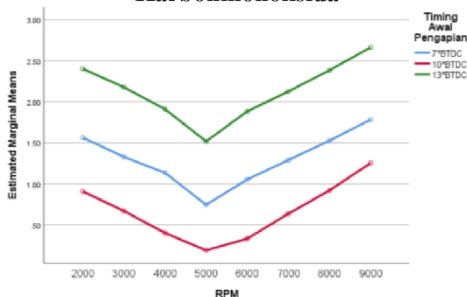
Perbandingan ke-4 antara timing awal pengapian 10°btdc dengan timing awal pengapian 13°btdc. Diperoleh nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$  ( $H_0$  ditolak). Di-simpulkan “ada pengaruh signifikan timing awal pengapian 10°btdc dengan timing awal pengapian 13°btdc terhadap hasil hidrokarbon”.

Perbandingan ke-5 antara timing awal pengapian 13°btdc dengan timing awal pengapian 7°btdc. Diperoleh nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$  ( $H_0$  ditolak). Di-simpulkan “ada pengaruh signifikan timing awal pengapian 13°btdc dengan timing awal pengapian 7°btdc terhadap hasil hidrokarbon”. Perbandingan ke-6 antara timing awal pengapian 13°btdc dengan timing awal pengapian 10°btdc. Diperoleh nilai signifikansi  $0,00 < 0,05$  ( $H_0$  ditolak). Di-simpulkan “ada pengaruh signifikan timing awal pengapian 13°btdc dengan timing awal pengapian 10°btdc terhadap hasil hidrokarbon”.

### Pengaruh Kendali Ecu EFI Saat Pengapian Pada Berbagai Oktan Number Terhadap Karbonmonoksida

Berikut ini akan dibahas hasil penelitian mengenai pengaruh kendali ecu efi saat pengapian pada berbagai oktan number terhadap karbonmonoksida. Untuk memudahkan pembahasan berikut ini akan disertakan diagram hasil penelitian karbonmonoksida.

Grafik Timing Awal Pengapian Terhadap Karbonmonoksida



Gambar 7. Grafik Timing Awal Pengapian terhadap Karbonmonoksida

Karbonmonoksida merupakan gas hasil pembakaran yang tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak mudah terlarut dalam air. Karbonmonoksida yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor, apabila terhirup dapat mengurangi kadar hemoglobin dalam darah sehingga fungsi penyaluran darah terganggu. Penyebab timbulnya karbonmonoksida adalah apabila unsur oksidgen tidak cukup

melakukan pembakaran dengan sempurna. Dari grafik diatas karbonmonoksida tertinggi dihasilkan saat menggunakan timing awal pengapian 13°btdc pada 9000rpm sebesar 2,67%. Kemudian untuk karbonmonoksida terendah dihasilkan saat menggunakan timing awal pengapian 10°btdc pada 5000rpm sebesar 0,19%. Saat putaran mesin rendah (2000rpm) karbonmonoksida tinggi, hal ini disebabkan campuran terlalu kaya. Kemudian karbonmonoksida semakin menurun sampai putaran sedang (5000rpm). Hal ini dikarenakan pada putaran sedang proses pencampuran udara dan bahan bakar sesuai sehingga proses pembakaran optimal. Selanjutnya pada putaran 6000rpm mengalami kenaikan sampai putaran 9000rpm, hal ini di karenakan pembakaran terlalu singkat.

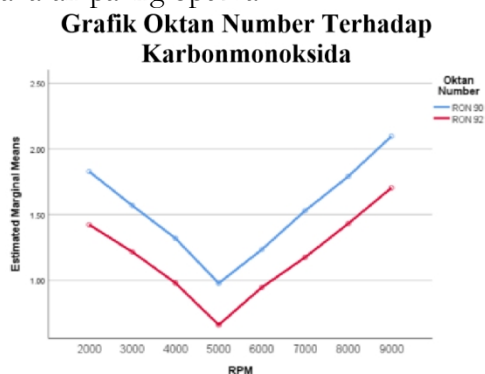
Karbonmonoksida yang dihasilkan motor dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya dari timing awal pengapian. Pada penelitian ini timing awal pengapian 13°btdc menghasilkan karbonmonoksida paling tinggi, hal ini dikarenakan puncak tekanan (tekanan tertinggi) pada proses pembakaran terjadi sebelum titik mati atas (tma) sehingga terjadi tekanan balik hal ini dapat menyebabkan detonasi dan karbonmonoksida tinggi.

Untuk timing awal pengapian 7°btdc menghasilkan karbonmonoksida medium (antara terendah dan tertinggi). Hal ini dikarenakan puncak tekanan (tekanan tertinggi) pada proses pembakaran terjadi jauh setelah titik mati atas (tma) sehingga karbonmonoksida yang dihasilkan tinggi.

Kemudian timing awal pengapian 10°btdc menghasilkan karbonmonoksida terendah. Hal ini dikarenakan puncak tekanan (tekanan tertinggi) pada proses pembakaran terjadi setelah titik mati atas (tma) sehingga karbonmonoksida yang dihasilkan rendah. Hal ini di perkuat oleh suryanto (2001) tentang “pengaruh sudut timing pengapian terhadap emisi gas buang” menghasilkan timing awal pengapian 10° menghasilkan emisi hc dan co paling rendah.

Berdasarkan analisis data disimpulkan bahwa “ada pengaruh signifikan timing awal pengapian terhadap hasil karbonmonoksida”. Kemudian, berdasarkan data penelitian dan

pembahasan diatas dapat disimpulkan penggunaan timing awal pengapian 10°btde menghasilkan karbonmonoksida terendah, hal ini dikarenakan menghasilkan proses pembakaran paling optimal.



Gambar 8. Grafik Oktan Number Terhadap Karbonmonoksida

Dari grafik diatas karbon-monoksida tertinggi dihasilkan saat menggunakan oktan number 90 pada 9000rpm sebesar 2,10%. Kemudian untuk karbonmonoksida terendah dihasilkan saat menggunakan oktan number 92 pada rpm 5000 sebesar 0,66%. Saat putaran mesin rendah (2000rpm) karbonmonoksida tinggi, hal ini disebabkan campuran terlalu kaya. Kemudian karbonmonoksida semakin menurun sampai putaran sedang (5000rpm). Hal ini dikarenakan pada putaran sedang proses pencampuran udara dan bahan bakar sesuai sehingga proses pembakaran optimal. Selanjutnya pada putaran 6000rpm mengalami kenaikan sampai putaran 9000rpm, hal ini di karenakan pembakaran terlalu singkat.

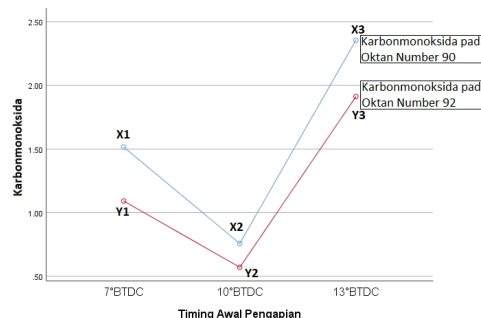
Karbonmonoksida yang dihasilkan motor dipengaruhi oleh banyak faktor, dilihat dari segi bahan bakar dapat dipengaruhi oleh nilai oktan dan nilai kalor. Angka oktan sangat berpengaruh terhadap daya karena mempunyai kecenderungan menaikkan perbandingan kompresi untuk mening-katkan *power output* (daya yang dihasilkan). Angka oktan 90 memiliki perbandingan kompresi 9-10:1 dan angka oktan 92 memiliki perbandingan kompresi 10-11:1 (pertamina: 2015) sehingga angka oktan 92 memiliki rasio kompresi lebih tinggi daripada angka oktan 90.

Nilai kalor berpengaruh terhadap daya karena menunjukkan seberapa baik bahan bakar tersebut terbakar sempurna. Angka oktan 90 memiliki nilai kalor sebesar 44.260 kj/kg dan angka oktan 92 memiliki nilai kalor

sebesar 43.616 (pertamina: 2015). Angka oktan 92 memiliki nilai kalor lebih rendah daripada angka oktan 90, sehingga proses pembakaran angka oktan 92 lebih bagus daripada angka oktan 90. Hal ini diperkuat oleh (bambang yunianto: 2016) dengan judul “pengaruh timing pengapian terhadap emisi gas buang” menyimpulkan penggunaan pertamax menghasilkan karbomonoksida dan hidrokarbon terendah, kemudian diikuti pertalite, dan karbonmonoksida dan hidrokarbon tertinggi saat menggunakan premium.

Berdasarkan analisis data disim-pulkan bahwa “ada pengaruh signi-fikan oktan number terhadap hasil karbonmonoksida”. Berdasarkan data penelitian dan pembahasan diatas dapat disimpulkan penggunaan oktan number (ron92) menghasilkan karbonmonok-sida terendah, hal ini dikarenakan memiliki angka oktan tinggi dan nilai kalor rendah.

Kemudian untuk hubungan antara 2 faktor yaitu ada tidaknya interaksi timing awal pengapian dengan oktan number. Berdasarkan analisis data disimpulkan “tidak ada interaksi timing awal pengapian dengan oktan number dalam menentukan hasil karbonmonoksida”.



Gambar 9. Grafik Interaksi antara Oktan Number dengan Pengapian awal (Karbonmonoksida)

Dari grafik diatas tidak ada perpotongan antar keduanya sehingga dapat di simpulkan “tidak ada interaksi timing awal pengapian dengan oktan number dalam menentukan hasil karbonmonoksida”. Untuk timing awal pengapian 7°btde hasil karbonmonoksida pada oktan number 92 lebih rendah dari oktan number 90, untuk timing awal pengapian 10°btde hasil karbonmonoksida pada oktan number 92 lebih rendah dari oktan number 90, dan untuk timing awal pengapian 13°btde hasil

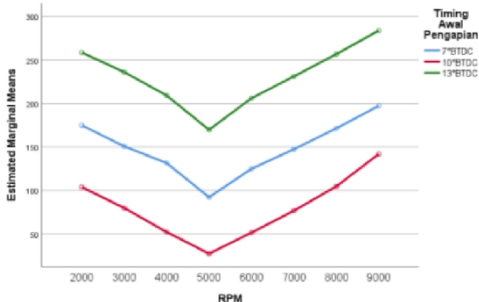
karbonmonoksida pada oktan number 92 lebih rendah dari oktan number 90.

Kemudian, untuk hasil karbonmonoksida terendah pada timing awal pengapian 10°btdc, hasil karbonmonoksida sedang pada timing awal pengapian 7°btdc, dan hasil karbonmonoksida tertinggi pada timing awal pengapian 13°btdc.

### Pengaruh kendali ecu efi saat pengapian pada berbagai oktan number terhadap hidrokarbon

Berikut ini akan dibahas hasil penelitian mengenai pengaruh kendali ecu efi saat pengapian pada berbagai oktan number terhadap hidrokarbon. Untuk memudahkan pembahasan berikut ini akan disertakan diagram hasil penelitian hidrokarbon.

**Grafik Timing Awal Pengapian Terhadap Hidrokarbon**



**Gambar 10. Grafik Interaksi antara Oktan Number dengan Pengapian awal (Hidrokarbon)**

Penyebab terjadinya emisi hidro-karbon yaitu pembakaran tidak sem-purna. Dari grafik diatas hidrokarbon tertinggi dihasilkan saat menggunakan timing awal pengapian 13°btdc pada 9000rpm sebesar 284ppm. Kemudian untuk karbon-monoksida terendah dihasilkan saat menggunakan timing awal pengapian 10°btdc pada 5000rpm sebesar 28ppm. Saat putaran mesin rendah (2000rpm) hidrokarbon tinggi, hal ini disebabkan campuran terlalu kaya. Kemudian hidrokarbon semakin menurun sampai putaran sedang (5000rpm). Hal ini dikarenakan pada putaran sedang proses pencampuran udara dan bahan bakar sesuai sehingga proses pembakaran optimal. Selanjutnya pada putaran 6000rpm mengalami kenaikan sampai putaran 9000rpm, hal ini di karenakan pembakaran terlalu singkat.

Hidrokarbon dihasilkan motor dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya dari timing awal pengapian. Pada penelitian ini timing awal pengapian 13°btdc menghasil-kan

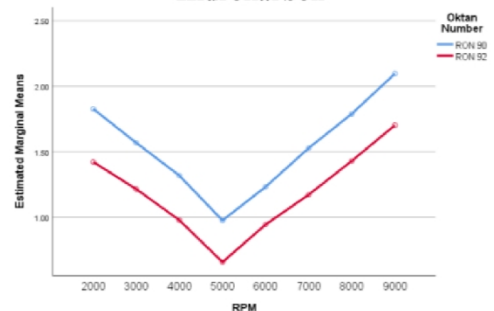
hidrokarbon paling tinggi, hal ini dikarenakan puncak tekanan (tekanan tertinggi) pada proses pembakaran terjadi sebelum titik mati atas (tma) sehingga terjadi tekanan balik hal ini dapat menyebabkan detonasi dan hidrokarbon tinggi.

Untuk timing awal pengapian 7°btdc menghasilkan hidrokarbon medium (antara terendah dan tertinggi). Hal ini dikarenakan puncak tekanan (tekanan tertinggi) pada proses pembakaran terjadi jauh setelah titik mati atas (tma) sehingga hidrokarbon yang dihasil-kan tinggi.

Kemudian timing awal pengapian 10°btdc menghasilkan hidro-karbon terendah. Hal ini dikarenakan puncak tekanan (tekanan tertinggi) pada proses pembakaran terjadi setelah titik mati atas (tma) sehingga hidrokarbon yang dihasil-kan rendah. Hal ini di perkuat oleh boentarto (2011) tentang “pengaruh pengapian terhadap emisi gas buang” menghasilkan kadar emisi karbonmonoksida dan hidrokarbon terendah terjadi saat penggunaan sudut pengapian 10° sebelum tma.

Berdasarkan analisis data disimpulkan bahwa “ada pengaruh signifikan timing awal pengapian terhadap hasil hidrokarbon”. Kemu-dian, berdasarkan data penelitian dan pembahasan diatas dapat disimpulkan penggunaan timing awal pengapian 10°btdc menghasilkan hidrokarbon terendah, hal ini dikarenakan meng-hasilkan proses pembakaran paling optimal.

**Gambar Grafik Oktan Number Terhadap Hidrokarbon**



**Gambar 11. Grafik Interaksi antara Oktan Number dengan Pengapian awal (Hidrokarbon)**

Dari grafik diatas hidrokarbon tertinggi dihasilkan saat menggunakan oktan number 90 pada 9000rpm sebesar 228ppm. Kemudian untuk karbonmonoksida terendah dihasilkan



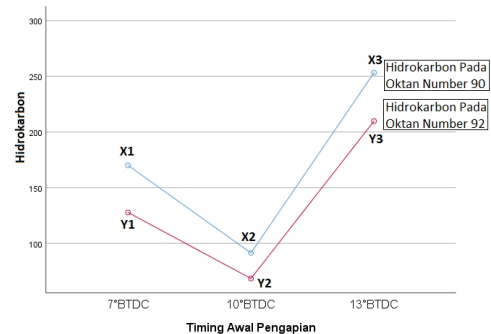
saat menggunakan oktan number 92 pada rpm 5000 sebesar 80ppm. Saat putaran mesin rendah (2000rpm) hidrokarbon tinggi, hal ini disebabkan campuran terlalu kaya. Kemudian hidrokarbon semakin menurun sampai putaran sedang (5000rpm). Hal ini dikarenakan pada putaran sedang proses pencampuran udara dan bahan bakar sesuai sehingga proses pembakaran optimal. Selanjutnya pada putaran 6000rpm mengalami kenaikan sampai putaran 9000rpm, hal ini di karenakan pembakaran terlalu singkat.

Hidrokarbon yang dihasilkan motor dipengaruhi oleh banyak faktor, dilihat dari segi bahan bakar dapat dipengaruhi oleh nilai oktan dan nilai kalor. Angka oktan sangat berpengaruh terhadap daya karena mempunyai kecenderungan menaikkan perbandingan kompresi untuk meningkatkan *power output* (daya yang dihasilkan). Angka oktan 90 memiliki perbandingan kompresi 9-10:1 dan angka oktan 92 memiliki perbandingan kompresi 10-11:1 (pertamina: 2015) sehingga angka oktan 92 memiliki rasio kompresi lebih tinggi daripada angka oktan 90.

Nilai kalor berpengaruh terhadap daya karena menunjukkan seberapa baik bahan bakar tersebut terbakar sempurna. Angka oktan 90 memiliki nilai kalor sebesar 44.260 kj/kg dan angka oktan 92 memiliki nilai kalor sebesar 43.616 (pertamina: 2015). Angka oktan 92 memiliki nilai kalor lebih rendah daripada angka oktan 90, sehingga proses pembakaran angka oktan 92 lebih bagus daripada angka oktan 90. Hal ini diperkuat oleh azridjal aziz (2017) dengan judul “pe-ngaruh sudut pengapian dengan per-talite dan pertamax terhadap emisi *hc* dan *co*” menyimpulkan penggunaan bahan bakar pertamax menghasilkan emisi karbomonoksida dan emisi hidrokarbon lebih rendah disbanding dengan bahan bakar pertalite.

Berdasarkan analisis data disimpulkan bahwa “*ada pengaruh signifikan* oktan number terhadap hasil hidrokarbon”. Berdasarkan data penelitian dan pembahasan diatas dapat disimpulkan penggunaan oktan number (ron92) menghasilkan hidrokarbon terendah, hal ini dikarenakan memiliki angka oktan tinggi dan nilai kalor rendah.

Kemudian untuk hubungan antara 2 faktor yaitu ada tidaknya interaksi timing awal pengapian dengan oktan number. Berdasarkan analisis data disimpulkan “*tidak ada interaksi* timing awal pengapian dengan oktan number dalam menen-tukan hasil hidrokarbon”.



**Gambar 12. Grafik Interaksi antara Oktan Number dengan Pengapian awal (Hidrokarbon)**

Dari grafik diatas tidak ada perpotongan antar keduanya sehingga dapat di simpulkan “*tidak ada interaksi* timing awal pengapian dengan oktan number dalam menentukan hasil hidrokarbon”. Untuk timing awal pengapian 7°btdc hasil hidrokarbon pada oktan number 92 lebih rendah dari oktan number 90, untuk timing awal pengapian 10°btdc hasil hidrokarbon pada oktan number 92 lebih rendah dari oktan number 90, dan untuk timing awal pengapian 13°btdc hasil hidrokarbon pada oktan number 92 lebih rendah dari oktan number 90.

Kemudian, untuk hasil hidro-karbon terendah pada timing awal pengapian 10°btdc, hasil hidro-karbon sedang pada timing awal pengapian 7°btdc, dan hasil hidrokarbon tertinggi pada timing awal pengapian 13°btdc.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan disimpulkan :

- 1) Ada pengaruh kendali ecu efi saat pengapain pada berbagai oktan number terhadap emisi karbonmonoksida.
- 2) Ada pengaruh kendali ecu efi saat pengapain pada berbagai oktan number terhadap emisi hidrokarbon.

### Saran

Hasil penelitian ini dapat dijadikan rujukan ilmu pengetahuan di bidang otomotif

khususnya tentang daya dan torsi yang dihasilkan sepeda motor dengan variasi Ignition Timing. Diharapkan penelitian selanjutnya melakukan pengujian lebih lanjut konsumsi bahan bakar dan daya sepeda motor

## DAFTAR RUJUKAN

- Admono, T. 2005. *Kajian Pence-matan Udara Akibat Emisi Ken-daraan Bermotor di DKI Jakarta, Jurnal Teknologi Indonesia 28 (2) 2005, 29-39.* Jakarta : LIPI Press.
- Azridjal Aziz. 2017. *Pengaruh Sudut Pengapian Dengan Peralite dan Pertamax Terhadap Emisi HC dan CO.* Jakarta: Jom FTeknik.
- Bambang Yuniarto. 2016. *Pengaruh Timing Pengapian Terhadap Emisi Gas Buang.* Yogyakarta: UNY Pers.
- Boentarto. 2011. *Pengaruh Penga-pian Terhadap Emisi Gas Buang?*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Departemen Perhubungan. 2007. *Emisi Gas Buang.* Jakarta: Departemen Perhubungan.
- Hartanto. 2010. *Bahan Bakar Minyak untuk transportasi.* Bandung: LIPI.
- Kawano. 2011. *Pengaruh Trans-portasi Terhadap Kualitas Uda-ra.* Surabaya : Institut Tekno-logi Sepuluh Nopember.
- Pertamina. 2015. *Spesifikasi Bahan Bakar.* Jakarta: Pertamina.
- Sudarmanta, Bambang. 2016. *Pe-ngaruh Mapping Timing Terha-dap Hasil Kerja dan Emisi Gas Buang.* Surabaya : Institut Tek-nologi Sepuluh Nopember.
- Suryanto. 2001. *Pengaruh Sudut Ti-ming Pengapian Terhadap Emisi HC dan CO.* Yogyakarta: ISTA.

