

**PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN BAKAR PERTAMAX DAN WAKTU PENGAPIAN
(IGNITION TIMING) TERHADAP PERFORMA MESIN DAN EMISI GAS BUANG SEPEDA
MOTOR SUPRA X 125cc TAHUN 2008**

Rizki Yoga Nur Pratama

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: rizkyky0620@gmail.com

A. Grummy Wailandouw

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: grummy_wailandouw@yahoo.co.id

Abstrak

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor kurang diimbangi dengan pertumbuhan ruas jalan. Kebanyakan pengemudi menghendaki kendaraannya memiliki performa mesin yang tangguh disegala medan. Sistem pengapian adalah suatu sistem pada motor bensin yang berfungsi mengatur proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder sesuai waktu yang sudah ditentukan yaitu pada akhir langkah kompresi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penggunaan bahan bakar pertamax dan waktu pengapian (*ignition timing*) terhadap performa mesin pada sepeda motor. Penelitian eksperimen (*experimental research*) ini menggunakan metode *full open throttle valve* dalam pengujian performa mesin dengan standar pengujian SAE paper no. J1349 dan standar pengujian kadar emisi gas buang berdasarkan SNI 09-7118.3-2005. Penelitian ini dilakukan pada sepeda motor Supra X 125cc tahun 2008 dengan bahan bakar pertamax RON 92 dan waktu pengapian standart 15° sebelum TMA, 17,5° sebelum TMA, 20° sebelum TMA dan 22,5° sebelum TMA. Instrumen penelitian yang digunakan adalah *inertia chassis dynamometer*, *exhaust gas analyzer*, *fuel meter*, dan *stopwatch*. Analisis data menggunakan metode deskriptif. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar pertamax dan mengubah waktu pengapian dapat menaikkan performa mesin, menghemat bahan bakar dan menurunkan emisi gas buang. Hal ini dibuktikan dari keempat modifikasi waktu pengapian terdapat hasil yang optimal ditinjau dari kelima parameter yaitu torsi, daya, fc, dan emisi gas buang HC terjadi pada pengapian 17,5° sebelum TMA, sedangkan pada emisi gas buang CO terendah terjadi pada pengapian 22,5° sebelum TMA.

Kata Kunci: Pertamax, waktu pengapian (*ignition timing*), performa mesin, dan emisi gas buang.

Abstract

The growth of transportation number is not balance with the roads. Most of the driver wants the vehicle to have a strong engine performance in all fields. Ignition system is a system in gasoline motor which controls the combustion process of the fuel and air mixture in the cylinder according to the time which has been determined that at the end of the compression. This study aims to analyze the use of Pertamax and ignition timing to the motorcycle engine performance. The experimental research uses full open throttle valve method in engine performance testing with testing standards SAE paper no. J1349 and levels of emissions gas testing standards based on ISO 09-7118.3-2005. The research was conducted on a Honda motorcycle Supra X 125cc 2008 with Pertamax RON 92 and ignition timing standard 15° before TMA, 17,5° before TMA, 20° before TMA and 22,5° before TMA. This experiment used instrument inertia chassis dynamometer, exhaust gas analyzer, fuel meter, and stopwatch. Data were analyzed using descriptive methods. Based on the results of this study it can be concluded that the use of Pertamax and change the ignition timing can increase the engine performance, save fuel and reduce emissions gas. The evidence is coming from the four modifications to the ignition timing that there is an optimal result that in the review of the five parameters: torque, power, fc, and the emissions gas of HC contained in 17,5⁰ ignition before TMA while the CO emissions gas contained in 22,5⁰ ignition before TMA.

Keywords: Pertamax, Ignition Timing, Engine Performance and Emissions Gas.

PENDAHULUAN

Saat pagi dan sore hari di hampir semua kota besar di Indonesia kemacetan selalu menjadi pemandangan yang lumrah. Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor kurang diimbangi dengan pertumbuhan ruas jalan, Dimana jumlah kendaraan yang meningkat dan juga kondisi kemacetan lalu lintas pada akhirnya menyebabkan emisi gas. Ukuran dari performa mesin yang diinginkan dari suatu kendaraan tidak hanya dilihat dari torsi dan daya maksimum yang dihasilkan oleh mesin, tetapi kualitas emisi yang dikeluarkan dari kendaraan tersebut juga patut diperhitungkan. Torsi maksimum dan kualitas emisi dipengaruhi oleh banyak faktor. Salah satu faktor diantaranya adalah kesempurnaan proses pembakaran di ruang bakar. Cara yang paling mudah dan efektif untuk menaikkan performa mesin melalui sistem pengapian adalah dengan cara megubah *pick-up sensor*. *Pick-up sensor* adalah bagian dari magnet yang mengatur saat pengapian dan lama pengapian pada sepeda motor. Apabila *pick-up sensor* terlalu pendek maka pengapian terlalu singkat, ini berpengaruh pada proses pembakaran yang kurang sempurna dan apabila *pick-up sensor* terlalu panjang maka pengapian juga terlalu lama, pembakaran terjadi secara sempurna tetapi bisa merusak komponen yang lain seperti busi dan CDI.

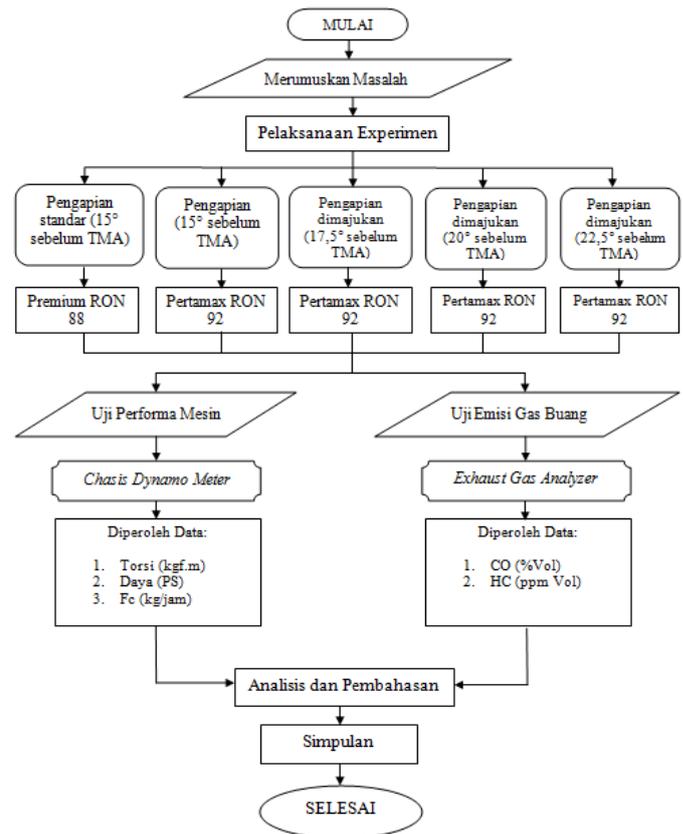
Berdasarkan uraian latar belakang di atas, peneliti merumuskan masalah untuk mengetahui Bagaimana pengaruh bahan bakar pertamax dan waktu pengapian (*ignition timing*) terhadap torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada sepeda motor Supra X 125cc Tahun 2008 jika sudut pengapian diubah?

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan waktu pengapian (*ignition timing*) dengan bahan bakar pertamax terhadap torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada mesin Honda Supra X 125cc tahun 2008. Pada pengujian performa mesin, digunakan standar pengujian SAE J1349, sedangkan untuk pengujian emisi gas buang menggunakan standar pengujian berupa SNI 09-7118.2-2005.

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan alternatif baru yaitu mengetahui sampai sejauh mana pengaruh perubahan waktu pengapian (*ignition timing*) terhadap performa, khususnya pada putaran rendah, putaran menengah dan putaran tinggi pada Supra X 125cc tahun 2008. Memberikan informasi kepada pemilik Supra X 125cc tahun 2008 tentang waktu pengapian (*ignition timing*) yang optimum terhadap peningkatan performa mesin.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

- Waktu
Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni s.d Desember 2014.
- Tempat
Tempat penelitian dilakukan di PT. Banyuwangi Motor untuk pengujian torsi dan daya. Sedangkan pengujian emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar dilakukan di Laboratorium Pengujian Performa Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya (Unesa).

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang akan digunakan adalah metode eksperimen (*experimental research*). Tujuannya untuk mengetahui seberapa besar peforma mesin yang dihasilkan dengan mengubah waktu pengapian pada sistem pengapian Honda Supra X 125cc tahun perakitan 2008. Penelitian ini berusaha untuk membandingkan hasil penelitian antara kelompok standar dengan kelompok eksperimen (yang dimanipulasi).

Obyek Penelitian

Adapun obyek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sepeda motor Supra X 125cc Tahun 2008.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau suatu sifat atau nilai dari orang, obyek, atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

Variabel yang termasuk dalam penelitian eksperimen ini adalah sebagai berikut:

- Variabel Bebas (*stimulus variable*)
Variabel bebas dapat disebut faktor penyebab. Variabel bebas pada penelitian ini adalah Pengapian standar dengan bahan bakar premium RON 88, Pengapian 15°; 17,5°; 20°; 22,5° sebelum TMA dengan bahan bakar pertamax RON 92
- Variabel Terikat (*dependent variable*)
Variabel terikat dapat disebut hasil atau obyek penelitian. Variabel respon pada penelitian ini adalah ini adalah torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang dihasilkan. Performa mesin diukur dengan *chasis dynamometer* sedangkan konsumsi bahan bakar diukur dengan *buret* dan emisi gas buang digunakan alat yang disebut *exhaust gas analyze*.
- Variabel Kontrol
variabel kontrol merupakan usaha untuk menghilangkan pengaruh variabel-variabel lain selain variabel bebas yang mempengaruhi hasil variabel terikat. Adapun variabel kontrol yang digunakan adalah sepeda motor Supra X 125cc Tahun 2008, putaran mesin, dan temperatur oli mesin.

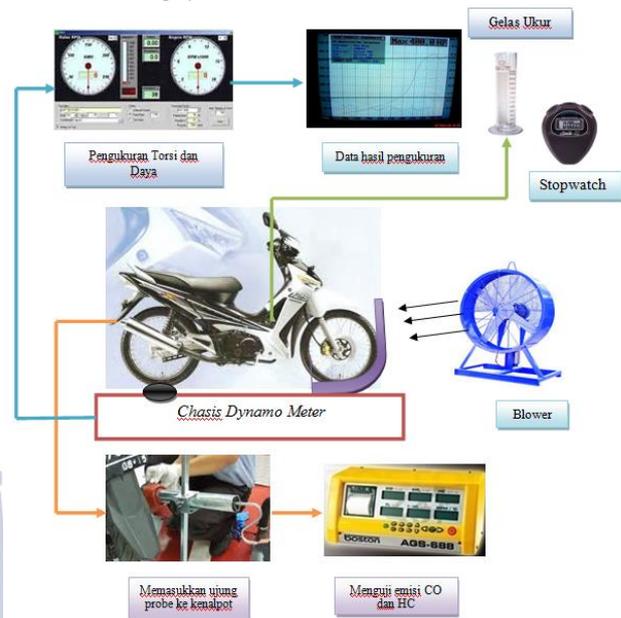
Metode Pengujian

Penelitian eksperimen (*experimental research*) ini menggunakan metode *full open throttle valve* dalam pengujian performa mesin dengan standar pengujian berdasarkan SAE J1349 (*Engine Power Test Code-Spark Ignition and Compression Ignition-Net Power Rating*) dan standar pengujian emisi gas buang dengan metode *free running acceleration* dengan standar ISO 11614:1999 (*reciprocating internal compression-ignition engine – apparatus for measurement of light absorption efficient of exhaust gas*) yang tertera pada SNI 09-7118.2-2005.

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan mengumpulkan informasi atau data dari setiap hasil perubahan yang terjadi melalui eksperimen secara langsung. Tujuan penggunaan metode deskriptif untuk menggambarkan sifat suatu keadaan yang sementara berjalan pada saat penelitian dilakukan dan menganalisa sebab-sebab dari suatu gejala tertentu (<http://sambasalim.com/statistika/analisis-data-statistika.html>, diakses 22 Februari 2014)

Prosedur Pengujian



Gambar 2. Rancangan Peralatan dan Instrumen Eksperimen

Berikut dibawah ini merupakan langkah-langkah proses pengujian performa mesin:

- Menyalakan *blower* (kipas)
- Menghidupkan mesin kendaraan sampai temperatur oil mesin 60°C atau sesuai rekomendasi manufaktur dan mematikan semua asesoris tambahan.
- Memposisikan gigi transmisi netral dengan putaran *idle*
- Memasukkan gigi transmisi pada posisi 4 (*top gear*).
- Menaikkan putaran mesin hingga putaran 3000 rpm sampai roda belakang berputar.
- Menekan tombol *switch* untuk merekam data.
- Melakukan akselerasi hingga didapatkan putaran mesin maksimum (9000 rpm).
- Menekan tombol *switch* untuk mengakhiri data.
- Menurunkan putaran mesin hingga putaran *idle*.
- Menyimpan data dan mencetak data hasil pengujian.
- Memposisikan transmisi pada posisi netral.
- Melakukan percobaan a-e untuk kelompok standard dan kelompok eksperimen.
- Pengujian dan pengambilan data dilakukan minimal 3 kali untuk masing-masing kondisi agar didapatkan hasil yang valid.

Langkah-langkah pengujian konsumsi bahan bakar adalah sebagai berikut:

- Menyalakan *blower*.
- Menghidupkan mesin kendaraan sampai temperatur 60°C atau sesuai rekomendasi manufaktur dan sistem asesori dalam kondisi mati.
- Memposisikan gigi transmisi pada kondisi netral dengan putaran *idle*.
- Memasukkan gigi transmisi pada posisi 4 (*top gear*).

- Mengukur konsumsi bahan bakar pada putaran 1000 – 9000 rpm dengan *range* 500 rpm.
- Mencatat waktu bahan bakar (ml/detik).
- Melakukan percobaan a-e untuk kelompok standar dan kelompok *eksperimen*.
- Pengujian dan pengambilan data dilakukan minimal tiga kali untuk masing-masing kondisi agar didapatkan data yang valid.

Langkah-langkah pengujian konsumsi bahan bakar adalah sebagai berikut:

- Menghidupkan mesin dan jaga temperatur mesin 60°C atau sesuai rekomendasi manufaktur dan sistem aksesoris dalam kondisi mati.
- Gigi transmisi kecepatan pada posisi netral.
- Menaikkan (akselerasi) putaran mesin hingga mencapai 1.900 rpm sampai dengan 2.100 rpm kemudian tahan selama 60 detik dan selanjutnya kembalikan pada kondisi *idle*.
- Selanjutnya melakukan pengukuran pada kondisi *idle* dengan putaran mesin 1000 rpm sesuai rekomendasi manufaktur.
- Selanjutnya putaran dinaikkan sampai putaran 9000rpm dengan rentang 500rpm
- Memasukkan *probe* alat uji ke pipa gas buang buang minimal 30 cm. Menunggu 20 detik dan lakukan pengambilan data konsentrasi gas CO dalam satuan persen (% vol), CO₂ (% vol), dan HC (ppm vol) yang terukur pada alat uji.
- Melakukan percobaan a-e untuk kelompok standar dan kelompok eksperimen.
- Pengujian dan pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali.

Akhir pengujian

Prosedur yang harus dilakukan pada saat tahap akhir pengujian adalah menurunkan putaran *engine* secara perlahan sampai *idle*, mematikan *engine*, dan mematikan *blower*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Penelitian

Hasil pengujian performa mesin yang menggunakan bahan bakar premium dan pertamax pada sepeda motor Honda Supra X 125cc tahun 2008 dilakukan di PT. Banyuwangi Motor Jalan Undaan Kulon 115-117 Surabaya meliputi torsi, daya dan konsumsi bahan bakar, sedangkan pengujian emisi gas buang CO dan HC dilakukan di Lab Pengujian Performa Mesin Unesa.

Analisis dan Pembahasan Torsi

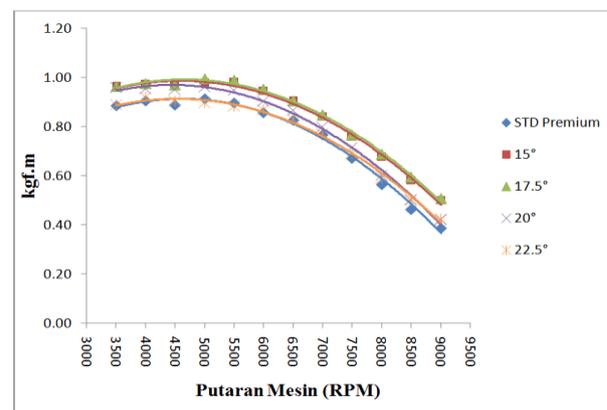
Perubahan torsi pada pengapian standar dengan bahan bakar premium kemudian divariasikan menjadi pengapian 15°; 17,5°; 20°; 22,5° dengan bahan bakar pertamax pada sepeda motor Honda Supra X 125 tahun 2008, dapat dilihat pada tabel 2. Persentase perubahan Torsi (Δ%) diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta \% = \frac{\text{Pengapian Variasi (Ex)} - \text{Pengapian Standar}}{\text{Pengapian Standar}} \times 100\%$$

Tabel 2. Presentase Perubahan Torsi

Putaran (rpm)	Torsi (kgf.m)				Persentase Perubahan (Δ%)				
	Standar	15°	17,5°	20°	15°	17,5°	20°	22,5°	
	Premium	Pertamax			Pertamax				
3500	0,89	0,96	0,96	0,96	0,89	8,82	8,86	8,02	0,23
4000	0,90	0,97	0,98	0,95	0,92	7,60	8,01	5,45	1,54
4500	0,89	0,98	0,97	0,95	0,90	9,80	9,07	7,00	1,65
5000	0,91	0,98	1,00	0,96	0,90	7,19	9,21	5,55	-1,64
5500	0,90	0,98	0,99	0,95	0,88	9,36	10,27	5,68	-1,59
6000	0,86	0,94	0,95	0,90	0,87	9,99	11,10	5,27	1,27
6500	0,83	0,90	0,90	0,87	0,83	9,56	9,60	4,82	0,95
7000	0,77	0,84	0,85	0,80	0,77	9,25	10,49	3,76	0,75
7500	0,67	0,76	0,77	0,71	0,69	12,87	14,34	6,28	2,53
8000	0,57	0,68	0,69	0,60	0,59	19,59	21,51	6,31	4,33
8500	0,46	0,58	0,60	0,50	0,50	25,20	28,35	7,99	7,91
9000	0,39	0,50	0,51	0,42	0,42	28,75	31,03	8,76	9,38
Rata-Rata	0,75	0,84	0,85	0,80	0,76	13,16	14,32	6,24	2,28

Dari data pada Tabel 2. apabila dibentuk dalam grafik akan tampak seperti pada Gambar 3 sebagai berikut.



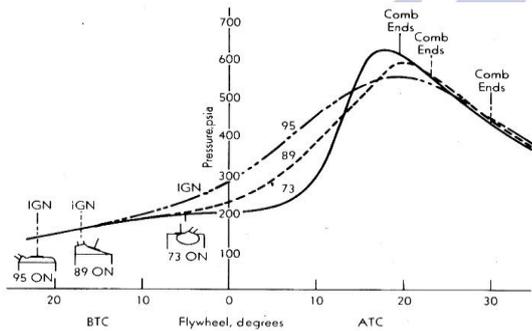
Gambar 3. Hubungan Antara Putaran Mesin Terhadap Torsi

Berdasarkan gambar 3 pada rentang putaran 3500 rpm sampai 5000 rpm grafik torsi cenderung meningkat. Menurut Warju, (2009: 49), hal ini disebabkan karena selama putaran menengah, efisiensi volumetrik cukup tinggi. Ada banyak waktu untuk mengisi silinder dengan baik. Ini artinya bahwa pengisian penuh dengan campuran udara dan bahan bakar, sehingga akan menghasilkan tekanan pembakaran yang lebih tinggi. Dengan tekanan pembakaran yang lebih tinggi, maka torsi mesin menjadi lebih tinggi.

Pada rentang 5500 rpm sampai 9000 rpm, grafik torsi cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena putaran mesin semakin tinggi sehingga gesekan pada dinding silinder semakin besar, proses pembakaran pun menjadi tidak sempurna dan piston tidak memiliki cukup waktu untuk mengisi volume ruang bakar secara penuh. Bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar mulai berkurang sehingga tekanan kompresi menurun, torsi yang dihasilkan juga semakin kecil.

Bedasarkan gambar 3 dengan menggunakan bahan bakar premium dan pertamax pada rentang 3500-9000 rpm, peningkatan torsi tertinggi terdapat pada

pengapian 17,5° sebelum TMA yaitu rata-rata 0,85 kgf.m atau naik 14,32% dibanding dengan pengapian standar dengan bahan bakar premium. Hal ini disebabkan oleh Tekanan Uap bahan bakar pertamax sebesar 45 KPa sedangkan pada premium sebesar 62 KPa, semakin rendah tekanan uap yang terkandung mengakibatkan bahan bakar mudah menjadi kabut/ menguap sehingga campuran bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar akan semakin homogen dan lebih siap untuk dibakar. Selain itu nilai oktan yang terkandung dalam pertamax lebih besar dari pada premium yaitu 92 untuk pertamax, sedangkan angka oktan premium adalah 88, maka dari itu butuh pengapian yang lebih awal dan tepat supaya proses pembakaran bahan bakar dan udara bisa mendekati sempurna sehingga menghasilkan ledakan yang besar dan ledakan tersebut menghasilkan gaya dorong yang besar pada kepala piston. Gaya dorong inilah yang mengakibatkan torsi menjadi meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Obert, (1973: 503) di bawah ini:



Gambar 4 Pengaruh Waktu Pengapian Terhadap Nilai Oktan
Sumber: Obert, (1973: 503)

Dalam gambar di atas menjelaskan semakin tinggi angka oktan yang dimiliki bahan bakar membutuhkan waktu pengapian yang lebih awal. Seperti halnya angka oktan 95 dan 73 waktu pengapian lebih awal angka oktan 95 karena semakin tinggi angka oktan yang terkandung dalam bahan bakar semakin tinggi juga kemampuan bahan bakar untuk tidak segera terbakar (sulit terbakar), sehingga membutuhkan pengapian yang lebih awal supaya proses pembakaran bahan bakar dan udara bisa mendekati sempurna.

Dari hasil penelitian ditunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar Pertamax dan memajukan waktu pengapian dapat meningkatkan daya efektif yang dihasilkan sepeda motor Honda Supra X 125cc tahun 2008 dibandingkan pengapian standar dengan bahan bakar premium. Dari semua variasi pengapian, daya efektif optimal yang paling tinggi dihasilkan dari pengapian 17,5° sebelum TMA yaitu rata-rata sebesar 7.10 PS atau naik 14,36%.

Analisis dan Pembahasan Daya

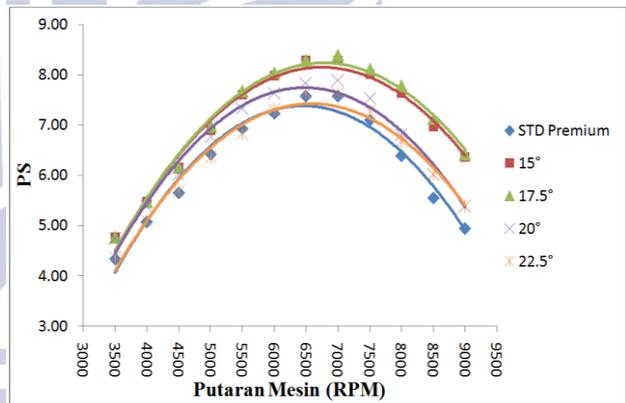
Perubahan daya pada pengapian standar dengan bahan bakar premium kemudian di variasikan menjadi pengapian 15°, 17,5°, 20°, 22,5° dengan bahan bakar pertamax pada sepeda motor Honda Supra X 125cc tahun 2008, dapat dilihat pada tabel 3. Persentase perubahan daya (Δ%) diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta \% = \frac{\text{Pengapian Variasi (Ex)} - \text{Pengapian standar}}{\text{Pengapian Standar}} \times 100\%$$

Tabel 3. Presentase Perubahan Daya

Putaran (rpm)	Daya Efektif (PS)					Persentase Perubahan (Δ%)			
	Standar	15°	17,5°	20°	22,5°	15°	17,5°	20°	22,5°
	Premium	Pertamax				Pertamax			
3500	4,33	4,43	4,77	4,73	4,36	10,16	10,16	9,38	0,78
4000	5,07	5,10	5,48	5,37	5,10	8,00	8,00	6,00	0,67
4500	5,64	5,75	6,15	6,02	5,68	8,98	8,98	6,59	0,60
5000	6,42	6,42	6,96	6,76	6,35	7,37	8,42	5,26	-1,05
5500	6,93	7,17	7,67	7,33	6,83	9,76	10,73	5,85	-1,46
6000	7,23	7,50	8,04	7,64	7,30	10,28	11,21	5,61	0,93
6500	7,57	7,67	8,28	7,84	7,64	9,37	9,37	3,57	0,89
7000	7,57	7,84	8,38	7,88	7,64	9,37	10,71	4,02	0,89
7500	7,10	7,50	8,11	7,54	7,27	12,86	14,29	6,19	2,38
8000	6,39	6,69	7,77	6,79	6,66	19,58	21,69	6,35	4,23
8500	5,54	5,95	7,13	6,02	6,02	25,61	28,66	8,54	8,54
9000	4,93	5,10	6,42	5,37	5,37	28,77	30,14	8,90	8,90
Rata-Rata	6,23	7,03	7,10	6,61	6,35	13,34	14,36	6,35	2,19

Dari data pada Tabel 3. apabila dibentuk dalam grafik akan tampak seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan Antara Putaran Mesin Terhadap Daya

Persentase perubahan pada tekanan efektif rata-rata sebanding dengan persentase perubahan daya. Jadi, jika daya terjadi peningkatan, maka dapat dipastikan tekanan efektif rata-rata juga akan ikut meningkat. Hal ini dapat dibuktikan pada rumus perhitungan daya dan tekanan efektif rata-rata pada buku Arismunandar (2005:24).

Berdasarkan gambar 5 dengan menggunakan bahan bakar premium dan pertamax peningkatan daya tertinggi terdapat pada pengapian 17,5° sebelum TMA yaitu rata-rata sebesar 14,36% dibanding dengan pengapian standar dengan bahan bakar premium. Hal ini disebabkan karena nilai kalor yang terkandung dalam bahan bakar pertamax lebih tinggi dari pada premium sehingga ledakan yang terjadi pada saat pembakaran lebih besar dan mengakibatkan daya meningkat. Selain itu peningkatan daya yang terjadi pada pengapian 17,5°

sebelum TMA dengan menggunakan bahan bakar pertamax lebih tinggi dari pada variasi pengapian yang lain, hal ini disebabkan karena nilai oktan pertamax yang relatif tinggi yaitu 92 maka dari itu pengapian harus dimajukan karena semakin tinggi nilai oktan maka semakin tinggi juga kemampuan bahan bakar untuk tidak segera terbakar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Obert. (1973: 503), semakin tinggi nilai oktan yang terkandung dalam bahan bakar maka pengapian juga harus lebih awal supaya proses pembakaran bahan bakar dan udara bisa mendekati sempurna.

Dari hasil penelitian ditunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar Pertamax dan memajukan waktu pengapian dapat meningkatkan daya efektif yang dihasilkan sepeda motor Honda Supra X 125cc tahun 2008 dibandingkan pengapian standar dengan bahan bakar premium. Dari semua variasi pengapian, daya efektif optimal yang paling tinggi dihasilkan dari pengapian 17,5° sebelum TMA yaitu rata-rata naik 14,36%.

Analisis dan Pembahasan Konsumsi Bahan Bakar (fc)

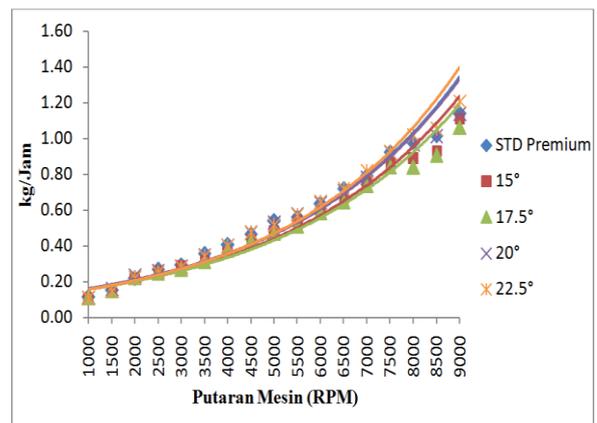
Perubahan konsumsi bahan bakar pada pengapian 15°; 17,5°; 20° dan 22,5° sebelum TMA dengan bahan bakar pertamax pada sepeda motor Honda Supra X 125 cc tahun 2008, dapat dilihat pada tabel 4.8. Persentase konsumsi bahan bakar spesifik (Δ%) diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta \% = \frac{\text{Pengapian Variasi (Ex)} - \text{Pengapian Torsi Pengapian Premium}}{\text{Torsi Pengapian Premium}} \times 100\%$$

Tabel 4. Presentase Perubahan fc

Putaran Mesin (rpm)	Konsumsi Bahan Bakar (kg/jam)					Persentase Perubahan (Δ%)			
	Standar	15°	17,5°	20°	22,5°	15°	17,5°	20°	22,5°
	Premium	Pertamax				Pertamax			
<i>Idle</i>	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	-1,22	-1,52	-0,80	-1,47
1500	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,00	-1,59	4,50	-1,64
2000	0,22	0,23	0,22	0,24	0,22	2,20	1,25	7,62	1,38
2500	0,27	0,26	0,25	0,26	0,25	-4,27	-7,37	-2,85	-4,93
3000	0,30	0,28	0,27	0,28	0,28	-3,95	-9,29	-3,96	-4,25
3500	0,36	0,32	0,31	0,35	0,35	-10,16	-12,32	-2,77	-3,27
4000	0,41	0,37	0,38	0,40	0,40	-9,81	-7,13	-1,49	-1,39
4500	0,47	0,44	0,43	0,47	0,48	-6,14	-7,73	1,51	2,49
5000	0,54	0,48	0,47	0,53	0,52	-10,86	-12,66	-1,31	-3,92
5500	0,56	0,54	0,51	0,58	0,57	-4,78	-9,29	3,08	2,09
6000	0,63	0,59	0,59	0,64	0,65	-6,51	-7,77	1,16	1,95
6500	0,72	0,67	0,65	0,71	0,72	-6,48	-9,97	-1,79	-0,05
7000	0,79	0,76	0,74	0,78	0,82	-3,61	-6,58	-1,00	3,59
7500	0,92	0,87	0,84	0,92	0,93	-6,29	-8,89	-0,04	0,37
8000	0,98	0,89	0,84	0,97	1,02	-9,27	-14,23	-1,31	4,19
8500	1,02	0,93	0,91	1,01	1,06	-8,29	-11,00	-0,28	3,72
9000	1,14	1,11	1,06	1,14	1,21	-2,25	-6,60	0,07	6,13
Rata-Rata	0,56	0,53	0,51	0,56	0,57	-5,39	-7,80	0,02	0,29

Dari data pada Tabel 4. apabila dibentuk dalam grafik akan tampak seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan Antara Putaran Mesin Dengan fc

Berdasarkan gambar 6 di atas pada putaran mesin 1000-9000 rpm pemakaian konsumsi bahan bakar semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena putaran mesin semakin tinggi sehingga kebutuhan akan konsumsi bahan bakar yang dikonsumsi juga semakin meningkat.

Berdasarkan gambar 6 dengan menggunakan bahan bakar premium dan pertamax pada rentang 1000-9000 rpm, penurunan konsumsi bahan bakar tertinggi terdapat pada pengapian 17,5° sebelum TMA pada putaran 4500 rpm yaitu sebesar 0,45 kg/jam atau turun 16,34% dibanding dengan pengapian standar dengan bahan bakar premium. Hal ini disebabkan karena meningkatnya torsi dan daya sehingga tidak perlu membuka *trottle valve* terlalu lebar untuk mencapai rpm tertinggi.

Dari hasil penelitian ditunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar Pertamax dan memajukan waktu pengapian dapat menurunkan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sepeda motor Honda Supra X 125cc tahun 2008 dari pada pengapian standar dengan bahan bakar premium. Dari semua variasi pengapian, daya efektif optimal yang paling tinggi dihasilkan dari pengapian 17,5° sebelum TMA yaitu sebesar 0,45 kg/jam atau turun 16.34% pada 4500 rpm.

Analisis dan Pembahasan Emisi Gas Buang CO

Perubahan CO pada pengapian standar dengan bahan bakar premium kemudian divariasikan dengan bahan bakar pertamax pada pengapian 15°; 17,5°; 20° dan 22,5° pada sepeda motor Honda Supra X 125cc tahun 2008, dapat dilihat pada tabel 4.13. Persentase perubahan CO (Δ%) diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta \% = \frac{\text{Pengapian Variasi (Ex)} - \text{Pengapian Standar}}{\text{Pengapian Standar}} \times 100\%$$

Tabel 5. Presentase perubahan Konsumsi Bahan Bakar

Putaran Mesin (rpm)	CO %Vol										Persentase Perubahan ($\Delta\%$)			
	Standar		15°		17,5°		20°		22,5°		15°	17,5°	20°	22,5°
	Premium		Pertamax								Pertamax			
	CO	λ	CO	λ	CO	λ	CO	λ	CO	λ	CO	λ	CO	λ
Idle	2,46	2,74	3,03	1,85	2,50	2,29	2,70	1,81	2,72	1,90	23,20	1,76	10,04	10,85
1500	3,29	1,82	3,25	1,71	2,90	1,92	3,04	1,72	3,35	1,58	-1,21	-11,84	-7,59	1,62
2000	4,09	1,46	3,52	1,60	3,43	1,68	3,66	1,54	2,80	1,48	-13,94	-16,22	-10,43	-31,62
2500	5,23	1,17	4,79	1,19	4,67	1,21	4,98	1,18	5,09	1,09	-8,35	-10,64	-4,78	-2,68
3000	5,33	1,18	5,77	1,10	4,82	1,21	6,01	1,06	4,55	1,10	8,32	-9,45	12,77	-14,52
3500	5,28	1,15	5,70	1,09	4,65	1,20	6,81	0,99	5,00	1,05	7,82	-11,92	28,83	-5,43
4000	6,39	1,04	6,75	0,99	6,19	1,04	7,54	0,94	5,39	1,00	5,53	-3,13	17,99	-15,64
4500	7,04	1,01	7,32	0,96	6,33	1,03	7,32	0,95	5,97	0,99	3,93	-10,08	3,98	-15,19
5000	7,53	0,96	7,35	0,95	7,24	0,97	7,75	0,92	6,62	0,95	-2,43	-3,90	2,88	-12,04
5500	7,56	0,95	7,57	0,93	7,33	0,96	7,81	0,90	6,42	0,94	0,13	-3,00	3,35	-15,04
6000	7,38	0,95	7,38	0,92	7,24	0,95	7,59	0,90	6,24	0,95	0,00	-1,94	2,85	-15,40
6500	7,60	0,94	7,64	0,91	7,49	0,94	8,09	0,89	5,84	0,95	0,48	-1,45	6,36	-23,15
7000	7,00	0,96	7,82	0,89	7,37	0,93	7,58	0,89	4,92	0,95	11,82	5,34	8,34	-29,63
7500	5,67	0,98	7,66	0,89	6,88	0,93	5,82	0,93	3,21	0,98	34,96	21,33	2,59	-43,48
8000	4,46	1,01	4,85	0,96	5,10	0,97	5,15	0,95	2,31	1,01	8,59	14,19	15,46	-48,24
8500	2,57	1,08	3,29	1,00	3,57	1,01	3,23	1,01	2,53	1,00	27,72	38,86	25,39	-1,68
9000	1,46	1,12	1,91	1,07	2,51	1,05	2,23	1,04	2,91	0,98	31,35	72,54	53,09	99,77
Rata-Rata	5,31	1,21	5,31	1,12	5,62	1,19	5,72	1,09	4,46	1,11	4,14	8,11	10,06	-9,50

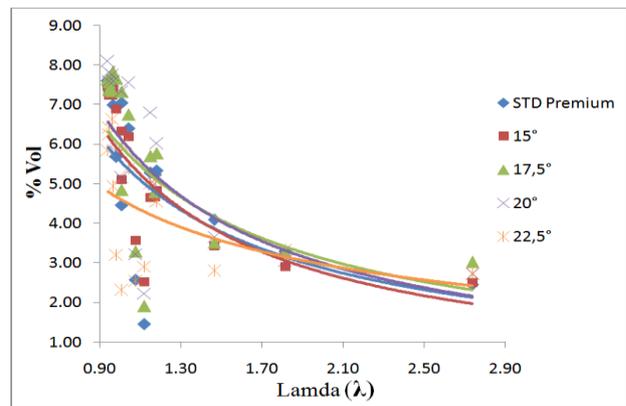
Hasil di atas jika dikaitkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang emisi gas buang CO maksimal pada kendaraan bermotor untuk tahun pembuatan di bawah tahun 2010 adalah 5,5 % Vol.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Emisi CO (Karbon Monoksida) Terhadap Peraturan Pemerintah

Pengapian	Putaran Mesin	Maksimal CO (% Vol)	Hasil CO (% Vol)	Keterangan
Standar Premium	Idle	5,5	2,46	Lulus
15°Pertamax	Idle	5,5	3,03	Lulus
17,5°Pertamax	Idle	5,5	2,50	Lulus
20°Pertamax	Idle	5,5	2,70	Lulus
22,5°Pertamax	Idle	5,5	2,72	Lulus

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada semua variasi pengapian dinyatakan lulus uji emisi berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. Hal ini dikarenakan pada sepeda motor Honda Supra X 125cc dilengkapi dengan teknologi AIS (*air induction system*) yang berfungsi menambahkan udara segar ke pangkal saluran gas buang sehingga konsentrasi CO akan turun karena oksigen yang berasal dari udara cukup untuk memenuhi reaksi dengan karbon membentuk CO₂.

Dari data pada tabel 5. apabila dibentuk dalam grafik akan tampak seperti pada Gambar 7.

**Gambar 7.** Hubungan Lambda dengan CO

Dari gambar 7 dapat dilihat pada saat campuran kaya (kekurangan udara) emisi gas buang CO cenderung meningkat. Hal ini dikarenakan atom C yang berasal dari bahan bakar kekurangan O₂ yang berasal dari udara untuk berkaitan melalui reaksi kimia di dalam ruang bakar tidak cukup berubah menjadi karbon dioksida (CO₂). Sedangkan pada kondisi campuran miskin, konsentrasi CO berbanding lurus dengan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap sehingga konsentrasi CO akan turun karena oksigen yang berasal dari udara cukup untuk memenuhi reaksi dengan karbon membentuk CO₂ (Warju, 2013: 17-18).

Berdasarkan gambar 7 di atas dengan menggunakan bahan bakar premium dan pertamax menunjukkan bahwa rata-rata penurunan emisi gas buang CO terendah terdapat pada pengapian 22,5° sebelum TMA yaitu turun 9,50%. Hal ini disebabkan karena lambda pada pengapian ini lebih mendekati 1 yaitu rata-rata sebesar 1,11 sehingga emisi CO yang dihasilkan berada pada titik yang terendah. Sedangkan meningkatnya emisi CO pada pengapian 20° sebelum TMA dengan lambda sebesar 1,09 ini dikarenakan pengapian yang kurang tepat sehingga mengakibatkan pembakaran yang kurang sempurna. Hal ini bisa dilihat pada jumlah CO₂ (lampiran emisi gas buang) yang dihasilkan lebih sedikit dibanding dengan pengapian 22,5° sebelum TMA.

Dari hasil penelitian di atas ditunjukkan bahwa pada sepeda motor Honda Supra X 125cc tahun 2008, pengapian 22,5° sebelum TMA dengan bahan bakar pertamax adalah yang paling rendah kadar emisi gas buang CO yaitu rata-rata reduksi sebesar 9,50 % Vol dibandingkan dengan pengapian standar dengan bahan bakar premium.

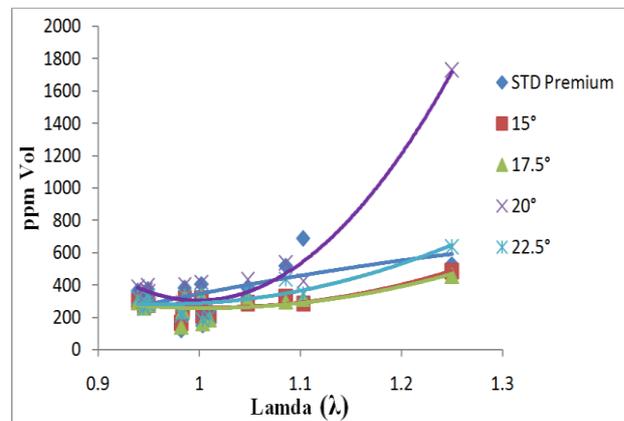
Analisis dan Pembahasan Emisi Gas Buang HC

Perubahan HC pada pengapian standar dengan bahan bakar premium kemudian di variasikan dengan bahan bakar pertamax pada pengapian 15°; 17,5°; 20° dan 22,5° sebelum TMA pada sepeda motor Honda Supra X 125cc tahun 2008, dapat dilihat pada tabel 4.11. Persentase perubahan HC ($\Delta\%$) diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta\% = \frac{\text{Pengapian Variasi (Ex)} - \text{Pengapian Standar}}{\text{Pengapian Standar}} \times 100\%$$

Tabel 7. Presentase perubahan Opasitas

Putaran Mesin (RPM)	HC ppm %Vol										Persentase Perubahan (Δ%)			
	Standar		15°		17,5°		20°		22,5°		15°	17,5°	20°	22,5°
	Premium		Pertamax								Pertamax			
	HC	λ	HC	λ	HC	λ	HC	λ	HC	λ	HC	λ	HC	λ
Idle	807	2,74	717	1,85	713	2,29	810	1,81	1073	1,90	-11,23	-11,68	0,37	32,87
1500	971	1,82	629	1,71	677	1,92	848	1,72	1099	1,58	-35,21	-30,34	-12,73	13,18
2000	530	1,46	456	1,60	485	1,68	1731	1,54	635	1,48	-13,85	-8,37	226,75	19,82
2500	520	1,17	298	1,19	325	1,21	538	1,18	441	1,09	-42,73	-37,60	3,40	-15,31
3000	687	1,18	314	1,10	289	1,21	425	1,06	345	1,10	-54,32	-57,90	-38,22	-49,85
3500	381	1,15	312	1,09	288	1,20	432	0,99	356	1,05	-17,95	-24,34	13,49	-6,39
4000	407	1,04	329	0,99	322	1,04	421	0,94	329	1,00	-19,10	-20,74	3,52	-19,02
4500	380	1,01	321	0,96	316	1,03	408	0,95	336	0,99	-15,60	-16,83	7,19	-11,57
5000	370	0,96	303	0,95	313	0,97	396	0,92	330	0,95	-18,09	-15,39	6,93	-10,89
5500	362	0,95	293	0,93	299	0,96	386	0,90	327	0,94	-19,06	-17,31	6,63	-9,67
6000	341	0,95	289	0,92	301	0,95	368	0,90	294	0,95	-15,15	-11,83	7,92	-13,69
6500	306	0,94	279	0,91	280	0,94	357	0,89	276	0,95	-8,82	-8,61	16,78	-9,80
7000	289	0,96	261	0,89	268	0,93	335	0,89	261	0,95	-9,70	-7,16	16,05	-9,70
7500	245	0,98	239	0,89	252	0,93	288	0,93	232	0,98	-2,32	2,86	17,57	-5,18
8000	190	1,01	188	0,96	213	0,97	270	0,95	209	1,01	-0,88	12,11	42,11	10,18
8500	153	1,08	163	1,00	212	1,01	232	1,01	191	1,00	6,77	38,86	52,18	24,89
9000	121	1,12	142	1,07	171	1,05	218	1,04	217	0,98	17,36	41,05	79,89	79,61
Rata-Rata	415	1,21	337	1,12	326	1,19	498	1,09	409	1,11	-10,19	-15,29	26,46	1,15



Gambar 8. Hubungan Lambda dengan HC

Hasil di atas jika dikaitkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang emisi gas buang HC maksimal pada kendaraan bermotor untuk tahun pembuatan di bawah tahun 2010 adalah 2400 ppm Vol adalah sebagai berikut:

Tabel 8 Perbandingan Hasil Emisi HC (Hidrokarbon) Terhadap Peraturan Pemerintah

Pengapian	Putaran Mesin	Maksimal HC (ppm Vol)	Hasil HC (ppm Vol)	Keterangan
Standar Premium	Idle	2400	807	Lulus
15° Pertamax	Idle	2400	717	Lulus
17,5° Pertamax	Idle	2400	713	Lulus
20° Pertamax	Idle	2400	810	Lulus
22,5° Pertamax	Idle	2400	1073	Lulus

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada semua variasi pengapian dinyatakan lulus uji emisi berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. Hal ini dikarenakan pada sepeda motor Honda Supra X 125cc dilengkapi dengan teknologi AIS (*air induction system*) yang berfungsi menambahkan udara segar ke pangkal saluran gas buang sehingga mengurangi kepekaan emisi gas buang HC pada setiap volume gas buang yang dikeluarkan di ujung kenalpot.

Dari data pada tabel 7. apabila dibentuk dalam grafik akan tampak seperti pada Gambar 8.

Berdasarkan gambar 8 konsentrasi HC akan naik dicampurkan kurus. Hal ini disebabkan kurangnya pasokan bahan bakar sehingga menyebabkan rambatan bunga api menjadi lambat dan bahan bakar akan segera keluar sebelum terbakar dengan sempurna, dan juga pada campuran kaya konsentrasi HC akan naik akibat dari adanya bahan bakar yang belum bereaksi dengan udara yang dikarenakan pasokan udara tidak cukup untuk bereaksi menjadi sempurna, sehingga ada sebagian hidrokarbon yang keluar pada saat proses pembuangan (Warju, 2013: 19).

Pada pengapian 15° dan 17,5° sebelum TMA diperoleh rata-rata penurunan emisi CO masing-masing sebesar 10,19% dan 15,29% dibandingkan dengan pengapian standar dengan bahan bakar premium. Hal ini disebabkan rata-rata jumlah lambda pada pengapian 15° dan 17,5° sebelum TMA mendekati 1 yaitu masing-masing 1,12 dan 1,19, sedangkan pada pengapian standar dengan bahan bakar premium jumlah lambda sebesar 1,21. Sehingga pada pengapian 15° dan 17,5° terjadi proses pembakaran yang mendekati sempurna dan mengakibatkan kadar emisi gas buang HC menurun. Hal ini sesuai dengan Robert Bosch, (1999: 12), menjelaskan bahwa semakin lambda mendekati 1 maka kadar HC juga akan semakin turun yang dikarenakan pembakaran semakin sempurna. Sedangkan meningkatnya emisi gas buang HC pada pengapian 20° dan 22,5° sebelum TMA dengan bahan bakar pertamax didapat hasil rata-rata jumlah lambda sebesar 1,09 dan 1,11 ini disebabkan karena waktu pembakaran terlalu awal sehingga mengakibatkan campuran bahan bakar dan udara terbakar sebelum waktunya sehingga mengakibatkan kadar emisi HC meningkat.

Dari hasil penelitian di atas pada putaran *idle* ditunjukkan bahwa pada sepeda motor Honda Supra X 125cc tahun 2008, pengapian 17,5° sebelum TMA dengan bahan bakar pertamax adalah yang paling rendah kadar emisi gas bung HC yaitu rata-rata reduksi 15,29% dibandingkan dengan pengapian standar dengan bahan bakar premium.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan tentang pengaruh penggunaan bahan bakar pertamax dan waktu pengapian (*ignition timing*) terhadap performa mesin dan emisi gas buang sepeda motor supra x 125cc tahun 2008 dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Pengapian 17,5^o sebelum TMA dengan bahan bakar pertamax lebih baik dibandingkan pengapian standar dengan bahan bakar premium dari segi performa mesin. Hal ini dibuktikan dengan:
 - Torsi yang dihasilkan pada pengapian 17,5^o sebelum TMA dengan bahan bakar pertamax rata-rata sebesar 0,85 kgf.m dengan persentase peningkatan sebesar 14,32%, dibandingkan dengan bahan bakar premium pada pengapian standar yaitu rata-rata sebesar 0,75 kgf.m.
 - Daya efektif yang dihasilkan pada pengapian 17,5^o sebelum TMA dengan bahan bakar pertamax rata-rata sebesar 7,10 PS dengan persentase peningkatan sebesar 14,36%, dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar premium dengan pengapian standar rata-rata sebesar 6,23 PS.
 - Konsumsi bahan bakar yang dihasilkan pada pengapian 17,5^o sebelum TMA dengan bahan bakar pertamax sebesar 0,51 kg/jam dengan persentase penurunan sebesar 7,80%, dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar premium pada pengapian standar sebesar 0,56 kg/jam.
- Pengapian variasi dengan bahan bakar pertamax lebih baik dibandingkan pengapian standart dengan bahan bakar premium dari segi emisi gas buang yang dihasilkan. Hal ini dibuktikan dengan:
 - Emisi gas buang CO yang dihasilkan pada pengapian 22,5^o sebelum TMA dengan bahan bakar pertamax rata-rata sebesar 4,14 %Vol dengan persentase peningkatan sebesar 9,50%, dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar premium dengan pengapian standar emisi CO rata-rata sebesar 5,31 %Vol.
 - Emisi gas buang HC yang dihasilkan pada pengapian 17,5^o sebelum TMA dengan bahan bakar pertamax rata-rata sebesar 326 ppm Vol dengan persentase penurunan rata-rata sebesar 15,29%, dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar premium dengan pengapian standar emisi HC rata-rata sebesar 415 ppm Vol.

Saran

Agar penelitian tentang variasi waktu pengapian yang mungkin akan dilakukan pada masa yang akan datang lebih baik maka disampaikan saran-saran berikut:

- Penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan performa mesin dari variasi pengapian dengan bahan bakar pertamax RON 92 yang dilakukan. Sehingga diharapkan ada penelitian lanjutan dengan variasi

waktu pengapian yang sama tapi menggunakan bahan bakar pertamax RON 95.

- Untuk pengembangan lebih lanjut, dapat dilakukan dengan variasi tipe mesin yang berbeda.
- Untuk penelitian selanjutnya ketika akan melakukan pengambilan data emisi gas buang diperhatikan selain lubang ujung yang ada di knalpot agar ditutup semua, jangan sampai ada udara luar masuk kedalam knalpot saat pengambilan data emisi gas buang.

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar, Wiranto. 2005. *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta: PT Pradiya Paramita.

<http://sambasalim.com/statistika/analisis-data.statistika.html>, diakses 22 Februari 2014.

Kementerian Lingkungan Hidup. 2006. *Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.

Obert, Edward F. 1973. *Internal Combustion Engine and Air Pollution*. Third Edition. New York: Harper and Row, Publisher, Inc.

Robert Bosch Gmbh. 1999. *Gasoline Engine Management*. Jerman: Stuttgart.

Warju. 2009. *Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor*. Surabaya: Unesa University Press.

Warju. 2013. *Reduksi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor*. Surabaya: Unesa University Press.