

PERBANDINGAN PENGARUH DUA METODE PEMBERSIHAN INJEKTOR TERHADAP PERFORMA MESIN DAN EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR YAMAHA V-IXION

Nur Fadiah

S-1 Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya

E-mail: di_frogie@yahoo.com

Warju

Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya

E-mail: warju_mesin@yahoo.com

Abstrak

Untuk menjaga performa mesin berteknologi EFI dibutuhkan perawatan rutin pada komponen sistem bahan bakar, khususnya injektor. Seiring dengan meningkatnya pengguna kendaraan berteknologi EFI, maka semakin banyak pula jenis produk dan metode untuk membersihkan injektor yang ditawarkan di pasaran. Dua metode pembersihan injektor yang cukup populer antara lain pembersihan injektor menggunakan metode aerosol dan menggunakan gelombang ultrasonik. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan pengaruh dua metode pembersihan injektor terhadap performa mesin dan emisi gas buang sepeda motor Yamaha V-ixion.

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen murni. Penelitian dilakukan dengan variasi empat pengujian, yaitu pengujian standar sepeda motor A, pengujian menggunakan *enviropurge kit* pada sepeda motor A, pengujian standar sepeda motor B, dan pengujian menggunakan gelombang ultrasonik pada sepeda motor B. Standar pengujian performa mesin yang digunakan adalah SAE J1349 sedangkan untuk pengujian emisi gas buang menggunakan standar SNI 19-7118.3-2005.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pembersihan injektor menggunakan metode aerosol dan menggunakan gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap performa mesin dan emisi gas buang yang dihasilkan sepeda motor Yamaha V-ixion tahun 2008. Terbukti dengan adanya peningkatan torsi yang dihasilkan sepeda motor A dan B rata-rata sebesar 12,5% dan 7,58%, peningkatan daya rata-rata sebesar 13,22% dan 8,62%, serta peningkatan tekanan efektif rata-rata sebesar 13,28% dan 8,63%. Terbukti pula dengan penurunan konsentrasi emisi CO rata-rata sebesar 31,89% dan 40,09%, penurunan emisi HC sebesar 19,47% dan 50,62% serta peningkatan konsentrasi CO₂ sebesar 31,89% dan 40,09%.

Kata kunci: Injektor, performa mesin, emisi gas buang, metode aerosol, dan gelombang ultrasonik

Abstract

Electronic Fuel Injection (EFI) engine needs routine maintenance on fuel system components, especially injector. Along with the increase users of EFI tech vehicle, more types of products and methods for injectors cleaning have been offered in the market. Two injector cleaning methods are quite popular among other using aerosol method and using ultrasonic waves. Therefore, this study aimed to compare the effect of two kind injector cleaning methods on Yamaha V-ixion engine performance and exhaust emissions.

*This type of research is experimental research. The research was conducted with four variation of the tests, the standard test of motorcycle A, the test using *enviropurge kit* on motorcycle A, the standard test of motorcycle B, and the test using ultrasonic waves on motorcycle B. Engine performance testing standards used are SAE J1349, for exhaust emissions testing using SNI 19-7118.3-2005. Based on the results of this study concluded that injector cleaning process using aerosol method and ultrasonic waves affect the engine performance and exhaust emissions produced by Yamaha V-ixion 2008 motorcycles. Proved by the torque of motorcycles A and B increased an average of 12.5% and 7.58%, power increased 13.22% and 8.62%, Bmep also increased 13.28% and 8.63%. Also proved by reduction of CO emissions average 31.89% and 40.09%, reduction of HC emissions average 19.47% and 50.62%, then produced more CO₂ average 31.89% and 40.09%.*

Keywords: Injector, engine performance, exhaust gas emission, aerosol method and ultrasonic waves

PENDAHULUAN

Aplikasi sistem EFI pada sepeda motor diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar, dengan proses pembakaran yang lebih sempurna sehingga menghasilkan kadar emisi gas buang yang rendah dengan performa mesin maksimal.

Seperti teknologi lainnya, sistem EFI dapat mengalami kerusakan. Kerusakan yang umumnya terjadi diakibatkan oleh adanya kotoran yang menyumbat lubang injektor. Akibat dari penyumbatan tersebut, injektor menjadi buntu, sehingga mengakibatkan turunnya performa mesin. Kotoran yang menyumbat injektor berasal dari penggunaan jenis bahan bakar yang berkualitas buruk. Hal tersebut terbukti dari penelitian yang dilakukan oleh Aziz, Hasmoro, dan Atmaja tahun 2011 tentang “*Pengaruh Pembentukan Deposit Pada Injektor Terhadap Debit Aliran Bahan Bakar Pada Motor Bensin*” dengan mengambil objek motor bensin 1 silinder Supra X 125 PGM-FI disimpulkan bahwa daya indikator (Ni) terbesar sebesar 7,96 HP sedangkan untuk daya efektif (Ne) sebesar 6,77 HP. Pemakaian bahan bakar indikator (Fi) 0,16 liter/HP jam, pemakaian bahan bakar efektif (F) 0,19 liter/HP jam, pemakaian bahan bakar tiap jam (Fh) 1,3 liter/jam. Penelitian tersebut juga menggunakan 3 jenis bahan bakar yang berbeda, dan disimpulkan bahwa jenis bahan bakar yang menghasilkan deposit paling sedikit adalah jenis *Pertamax Plus*. Sedangkan yang paling banyak menghasilkan deposit adalah jenis *Premium*. Untuk menjaga performa yang dihasilkan oleh kendaraan perlu dilakukan pemeliharaan dengan cara membersihkan bagian katup, injektor dan ruang bakar kendaraan.

Untuk membersihkan injektor, pada umumnya pemilik kendaraan mengenal tiga cara yang umum digunakan. Yang pertama dengan menambahkan cairan *fuel injector cleaner* ke dalam tangki berisi bahan bakar. Cara yang kedua adalah dengan menggunakan gelombang ultrasonik dengan alat bantu yang disebut *Ultrasonic Injector Cleaner & Tester*. Sedangkan cara pembersihan injektor yang ketiga adalah dengan menggunakan metode aerosol. Walaupun membersihkan injektor dengan cara yang pertama dianggap praktis dan terjangkau, namun penambahan *fuel injector cleaner* yang tidak sesuai ke dalam tangki bahan bakar dikhawatirkan dapat memicu terjadinya kerusakan komponen mesin seperti pernyataan Muhamad Abidin, selaku *manager technical department service division YMKI* (Yamaha Motor Kencana Indonesia) bahwa, “Tidak semua *injector cleaner* yang ada di pasaran bisa digunakan. Karena dikhawatirkan ada produk yang mengandung unsur kimia tertentu secara berlebihan atau tidak sesuai spesifikasi. Sebab bisa membuat sensor-

sensor di *throttle body* serta beberapa komponen mesin lain jadi terganggu. Jika jumlahnya sesuai takaran, tidak menimbulkan efek negatif. Tapi jika takarannya tidak tepat, akan berdampak kurang baik pada komponen mesin. Seperti piston ring mudah aus, karet selang *injector* mengalami deformasi atau perubahan bentuk sehingga mengakibatkan tekanan *fuel pump* berubah (standar V-ixion 240 Kpa). Selain itu, adanya pengendapan atau sisa komponen kimia *injector cleaner* di dalam *fuel tank* juga dapat memicu timbulnya korosi”. Demikian pernyataan beliau yang dikutip dari <http://motorplus.otomotifnet.com/>.

Berdasarkan latar belakang tersebut, pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah pengaruh dua metode pembersihan injektor (penggunaan gelombang ultasonik dan metode aerosol) terhadap torsi, daya dan tekanan efektif rata-rata serta emisi gas buang yang dihasilkan sepeda motor Yamaha V-ixion tahun 2008.

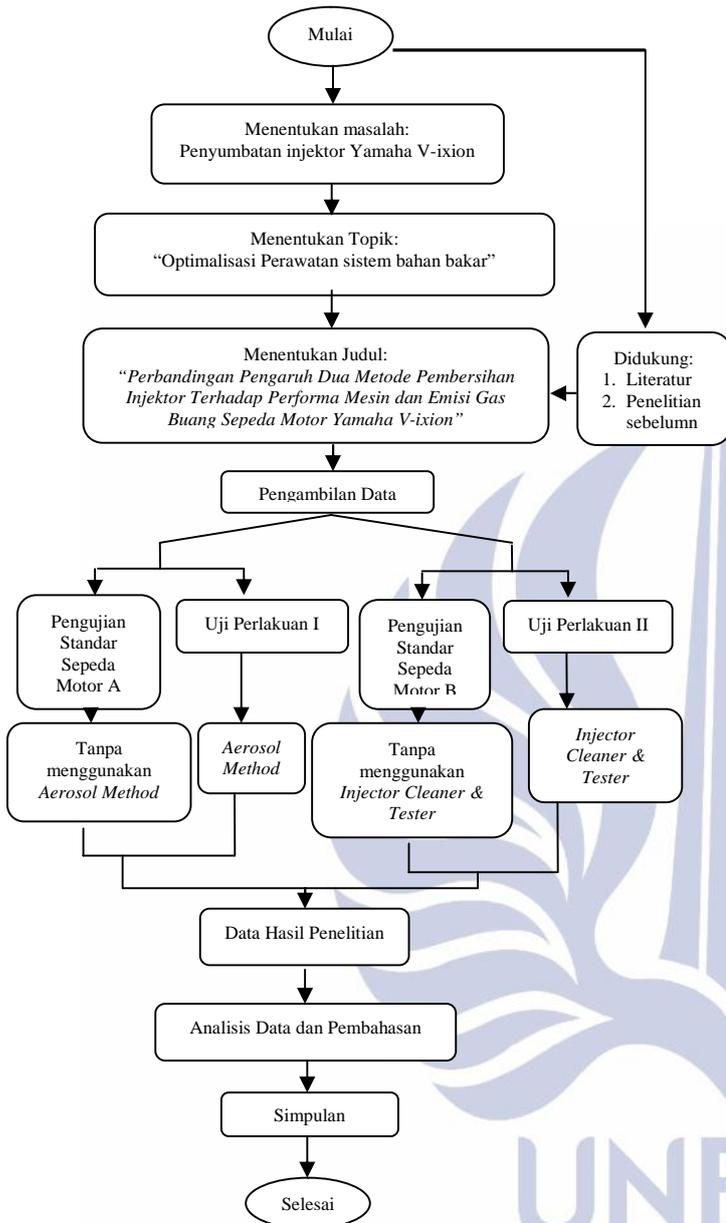
Pada penelitian ini dilakukan pengujian performa mesin dan emisi gas buang sepeda motor sebelum menggunakan masing-masing metode pembersihan. Selanjutnya pengujian kembali dilakukan pada masing-masing sepeda motor yang telah mengalami pembersihan injektor. Kedua hasil pengujian, yaitu pada kondisi sebelum dibersihkan (standar) dan sesudah dibersihkan kemudian dibandingkan. Selanjutnya juga dilakukan perbandingan antara hasil pengujian dari satu metode dengan metode yang lain.

Adapun tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pembersihan injektor menggunakan metode aerosol dan menggunakan gelombang ultrasonik terhadap performa mesin juga kadar emisi gas buang yang dihasilkan sepeda motor Yamaha V-ixion tahun 2008.

Manfaat dari penelitian ini dapat memberikan wawasan bagi pengguna sepeda motor berteknologi EFI, khususnya Yamaha V-ixion mengenai keuntungan maupun dampak buruk yang mungkin ditimbulkan oleh masing-masing metode pembersihan injektor juga sebagai alternatif solusi untuk meningkatkan performa mesin dan menurunkan kadar emisi gas buang dari sisi perawatan kendaraan. Selain itu, dengan adanya penelitian ini dapat diketahui efektifitas penggunaan masing-masing metode pembersihan injektor dalam meningkatkan performa mesin dan menurunkan kadar emisi gas buang sehingga masyarakat dapat memilih metode pembersihan yang tepat sesuai dengan kebutuhan.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Variabel Penelitian

• Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah metode perawatan sistem bahan bakar, khususnya pembersihan injektor yang diaplikasikan pada sepeda motor Yamaha V-ixion. Adapun metode yang nantinya akan digunakan adalah pembersihan sistem bahan bakar menggunakan *aerosol method* dengan Wynn's *Enviro-purge Kit* dan pembersihan injektor menggunakan alat *Injektor Cleaner Tester*.

• Variabel Terikat

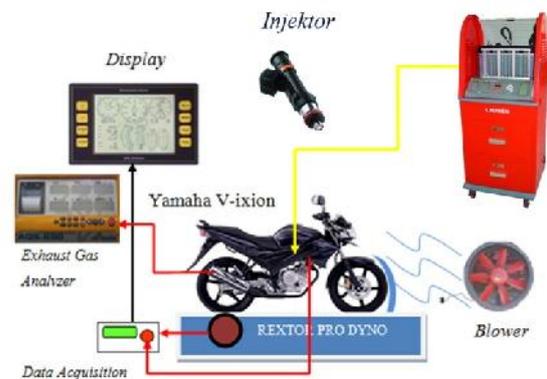
Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar emisi yang dihasilkan sepeda motor Yamaha V-ixion, yakni gas CO, gas HC, dan gas CO₂ serta performa mesin Yamaha V-ixion yang meliputi torsi, daya efektif, dan tekanan efektif rata-rata.

• Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

- Putaran mesin dari kondisi *idle* sampai putaran maksimum. 1500 – 9000 rpm dengan rentang 500 untuk pengujian emisi gas buang dan 3000 – 9000 rpm untuk performa mesin dengan rentang yang sama.
- Temperatur oli mesin saat pengujian 60°C.

Instrumen Penelitian



Gambar 2. Instrumen Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

- Referensi dan literatur
- Pengujian laboratorium

Data yang diperoleh dari hasil pengujian performa mesin yaitu torsi, daya dan tekanan efektif rata-rata sedangkan data hasil pengujian emisi gas buang yaitu kadar CO, CO₂, dan HC. Data tersebut kemudian diolah dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik untuk selanjutnya dianalisa dan diambil kesimpulan berdasarkan peningkatan performa mesin dan penurunan kadar gas buang.

Teknik Analisis Data

Analisa data menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Metode ini dilakukan untuk memberikan gambaran terhadap perubahan yang terjadi setelah dilakukan penelitian.

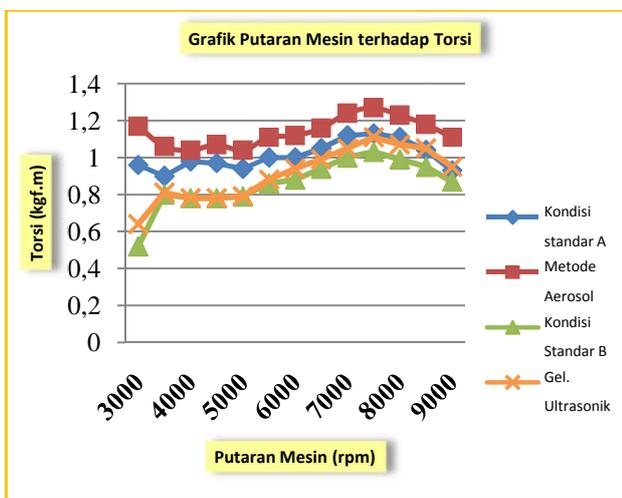
Statistika deskriptif adalah fase statistika dimana hanya berusaha melukiskan dan menganalisis kelompok yang diberikan tanpa membuat atau menarik kesimpulan tentang populasi atau kelompok yang lebih besar (Sudjana 2005:7).

Data yang diperoleh dari hasil eksperimen dimasukkan ke dalam tabel, dan ditampilkan dalam bentuk grafik yang kemudian akan dianalisa dan ditarik kesimpulannya, sehingga dapat diketahui persentase peningkatan performa mesin (torsi, daya, dan tekanan efektif rata-rata) serta penurunan kadar emisi gas CO dan kadar emisi HC yang dihasilkan masing-masing sepeda motor Yamaha V-ixion dibandingkan dengan kondisi standar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Performa Mesin

Setelah dilakukan pengujian performa mesin pada sepeda motor Yamaha V-ixion maka didapatkan data-data pada grafik berikut.



Gambar 3. Hubungan antara putaran mesin terhadap torsi (kgf.m)

Pada gambar 3 hasil pengujian performa mesin setelah menggunakan *wynn's enviropurge kit* (menggunakan metode aerosol) terjadi peningkatan torsi pada putaran rendah hingga menengah (3500 – 5000 rpm) dan pada putaran menengah hingga tinggi (5500 – 9000 rpm).

Secara umum penggunaan *wynn's enviropurge kit* pada sepeda motor A dapat meningkatkan torsi yang dihasilkan sepeda motor Yamaha V-ixion tahun 2008. Pada grafik tersebut peningkatan torsi yang dihasilkan oleh sepeda motor A setelah menggunakan *wynn's enviropurge kit* terlihat cukup signifikan. Persentase peningkatan torsi pada variasi putaran mesin berkisar antara 6,1% – 20,96%. Peningkatan torsi tertinggi terjadi pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 20,96%. Berdasarkan data tersebut rata-rata persentase peningkatan torsi sepeda motor A sebesar 12,5%.

Sedangkan data torsi yang dihasilkan sepeda motor B mengalami peningkatan torsi pada putaran rendah hingga menengah (3500 – 5000 rpm) dan pada

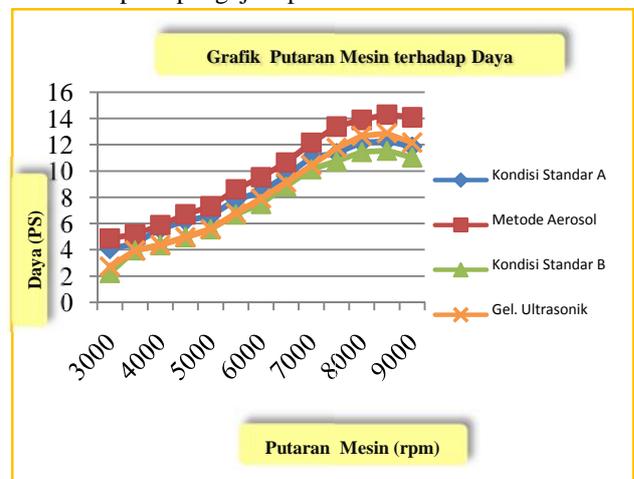
putaran menengah hingga tinggi (5500 – 9000 rpm) setelah sepeda motor B menggunakan *Launch Ultrasonic Injector Cleaner Tester* (menggunakan gelombang ultrasonik).

Persentase peningkatan torsi yang dihasilkan sepeda motor B setelah menggunakan *Launch Ultrasonic Injector Cleaner Tester* (menggunakan gelombang ultrasonik) berkisar antara 1,27% – 23,58%. Pada putaran mesin 4000 rpm dan 4500 rpm terjadi penurunan torsi, sebesar masing-masing 0,13% dan 0,12%. Peningkatan torsi tertinggi sebesar 23,58% dicapai pada putaran mesin 3000 rpm dari 0,52 kgf.m pada kondisi standar menjadi 0,64 kgf.m setelah menggunakan *Launch Ultrasonic Injector Cleaner Tester*. Rata-rata peningkatan torsi sepeda motor B sebesar 7,58%. Pada grafik tersebut terlihat jelas bahwa peningkatan torsi tertinggi dihasilkan oleh sepeda motor A setelah dibersihkan menggunakan metode aerosol. Dengan kata lain, penggunaan metode aerosol dapat meningkatkan performa mesin khususnya torsi lebih baik dibandingkan dengan menggunakan gelombang ultrasonik.

Peningkatan torsi yang dihasilkan sepeda motor setelah dibersihkan dengan masing-masing metode disebabkan karena deposit sisa-sisa pembakaran yang terjadi akibat pembakaran yang tidak sempurna dan kotoran yang menyumbat injektor telah dibersihkan.

Berdasarkan hasil analisis data tersebut dapat disimpulkan bahwa proses pembersihan injektor menggunakan metode aerosol dan menggunakan gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap performa mesin yang dihasilkan sepeda motor Yamaha V-ixion tahun 2008. Terbukti dengan adanya peningkatan torsi yang dihasilkan sepeda motor A rata-rata sebesar 12,5% dan sepeda motor B rata-rata sebesar 7,58% jika dibandingkan dengan kondisi standar.

Berikut ini merupakan data nilai daya yang dihasilkan pada pengujian performa mesin.



Gambar 4. Hubungan antara putaran mesin terhadap daya (PS)

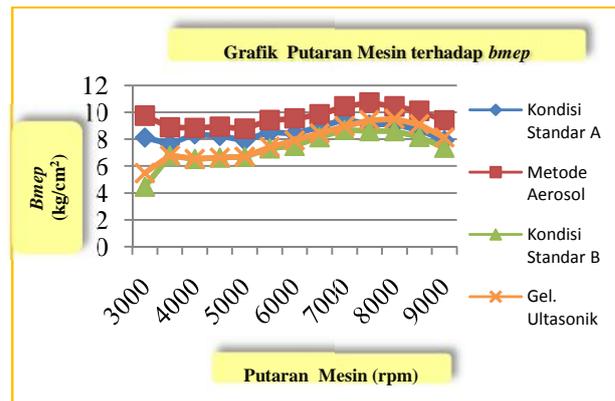
Pada gambar 4 terlihat daya yang dihasilkan oleh sepeda motor A setelah menggunakan *wynn's enviropurge kit* (menggunakan metode aerosol) mengalami peningkatan pada variasi putaran mesin. Persentase peningkatan daya pada variasi putaran mesin berkisar antara 5,45% – 18,8%. Peningkatan daya tertinggi terjadi pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 20% dari 4,05 PS pada kondisi standar mejadi 4,86 PS setelah menggunakan *wynn's enviropurge kit* (menggunakan metode aerosol). Berdasarkan data tersebut rata-rata persentase peningkatan daya sepeda motor A sebesar 13,22%.

Berdasarkan grafik tersebut, peningkatan daya yang dihasilkan sepeda motor B setelah menggunakan *Launch Ultrasonic Injector Cleaner Tester* (menggunakan gelombang ultrasonik) berkisar antara 1,51% – 22,72%. Pada putaran mesin 3500 rpm sampai dengan 5000 rpm tidak terjadi peningkatan maupun penurunan daya karena daya yang dihasilkan pada kondisi standar maupun setelah menggunakan *Launch Ultrasonic Injector Cleaner Tester* nilainya sama.

Adapun peningkatan daya tertinggi sebesar 22,72% dicapai pada putaran mesin 3000 rpm setelah menggunakan *Launch Ultrasonic Injector Cleaner Tester*. Rata-rata peningkatan daya sepeda motor B sebesar 8,62%. Peningkatan daya terjadi akibat peningkatan torsi yang dihasilkan.

Dapat disimpulkan bahwa proses pembersihan injektor menggunakan metode aerosol dan menggunakan gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap performa mesin yang dihasilkan sepeda motor Yamaha V-ixion tahun 2008. Terbukti dengan adanya peningkatan daya yang dihasilkan sepeda motor A rata-rata sebesar 13,22% dan sepeda motor B rata-rata sebesar 8,62% jika dibandingkan dengan kondisi standar. Dan diantara kedua metode pembersihan injektor yang digunakan, metode pembersihan injektor menggunakan *wynn's enviropurge kit* terbukti mampu meningkatkan daya lebih baik dibandingkan dengan menggunakan gelombang ultrasonik.

Adapun data nilai tekanan efektif rata-rata yang dihasilkan sebagai berikut.



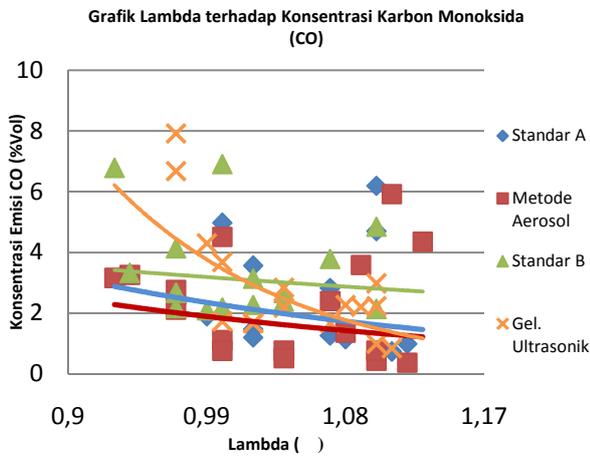
Gambar 5. Hubungan antara putaran mesin terhadap tekanan efektif rata-rata (*bmep*)

Pada gambar 5 terlihat tekanan efektif rata-rata (kg/cm^2) pada sepeda motor A menunjukkan peningkatan setelah menggunakan *wynn's enviropurge kit* (menggunakan metode aerosol). Peningkatan terjadi pada putaran rendah hingga menengah (3500 – 5000 rpm) dan pada putaran menengah hingga tinggi (5500 – 9000 rpm). Persentase peningkatan tekanan efektif rata-rata pada variasi putaran mesin berkisar antara 5,49% – 20,07%. Peningkatan daya tertinggi terjadi pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 20,07%. Berdasarkan data tersebut rata-rata persentase peningkatan tekanan efektif rata-rata sepeda motor A sebesar 13,28%. Sedangkan peningkatan tekanan efektif rata-rata (*bmep*) yang dihasilkan sepeda motor B setelah menggunakan *Launch Ultrasonic Injector Cleaner Tester* (menggunakan gelombang ultrasonik) berkisar antara 1,50% – 22,86%. Pada putaran mesin 3500 rpm sampai dengan 5000 rpm tidak terjadi peningkatan maupun penurunan daya karena daya yang dihasilkan pada kondisi standar maupun setelah menggunakan *Launch Ultrasonic Injector Cleaner Tester* nilainya sama. Adapun peningkatan tekanan efektif rata-rata (*bmep*) tertinggi sebesar 22,86% dicapai pada putaran mesin 3000 rpm dari 4,46 kg/cm^2 pada kondisi standar mejadi 5,48 kg/cm^2 setelah menggunakan *Launch Ultrasonic Injector Cleaner Tester*. Rata-rata peningkatan tekanan efektif rata-rata (*bmep*) sepeda motor B sebesar 8,63%.

Berdasarkan analisis dapat disimpulkan, bahwa proses pembersihan injektor menggunakan metode aerosol dan menggunakan gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap performa mesin yang dihasilkan sepeda motor Yamaha V-ixion tahun 2008. Terbukti dengan adanya peningkatan tekanan efektif rata-rata yang dihasilkan sepeda motor A rata-rata sebesar 13,28% dan sepeda motor B rata-rata sebesar 8,63% jika dibandingkan dengan kondisi standar.

Emisi Gas Buang

Setelah dilakukan pengujian emisi gas buang pada sepeda motor Yamaha V-ixion maka didapatkan data-data pada grafik berikut.



Gambar 6. Hubungan antara lambda terhadap konsentrasi emisi CO

Pada gambar 6 terlihat penurunan konsentrasi emisi CO yang dihasilkan oleh sepeda motor A setelah menggunakan *wynn's enviropurge kit* (menggunakan metode aerosol) pada variasi putaran mesin. Persentase nilai penurunan konsentrasi emisi CO yang terjadi cukup signifikan. Persentase penurunan konsentrasi emisi CO pada variasi putaran mesin berkisar antara 2% – 62%. Penurunan konsentrasi emisi CO tertinggi dicapai pada putaran mesin 5500 rpm sebesar 62% dengan rata-rata persentase penurunan sebesar 31,89%. Sedangkan, penurunan konsentrasi emisi CO yang dihasilkan sepeda motor B setelah menggunakan *Launch Ultrasonic Injector Cleaner Tester* (menggunakan gelombang ultrasonik) berkisar antara 2% – 112%. Namun pada putaran mesin 7000 rpm terjadi peningkatan emisi konsentrasi CO sebesar 3%. Adapun penurunan konsentrasi emisi CO tertinggi sebesar 112% dicapai pada putaran mesin 3500 rpm dari 3,69 %Vol dalam kondisi standar menjadi sebesar 1,74 %Vol setelah menggunakan *Launch Ultrasonic Injector Cleaner Tester*.

Berdasarkan data tersebut terlihat jelas bahwa *trendline* pada grafik konsentrasi emisi CO sepeda motor A lebih konsisten bila dibandingkan dengan *trendline* pada grafik konsentrasi emisi CO dalam data emisi gas buang sepeda motor B. Reduksi kadar emisi CO yang konsisten terjadi akibat terjadinya proses pembakaran yang sempurna. Berdasarkan analisis data diketahui bahwa proses pembakaran yang terjadi pada sepeda motor A jauh lebih sempurna jika dibandingkan dengan proses pembakaran yang terjadi pada sepeda motor B. Hal tersebut dapat diketahui dari nilai lambda yang

terukur pada tabel 1. Pada sepeda motor A nilai lambda yang terukur berada dalam kisaran 0,93 – 1,13. Nilai lambda yang dihasilkan sepeda motor A pada kondisi standar maupun setelah menggunakan *wynn's enviropurge kit* (menggunakan metode aerosol) mendekati campuran stoikiometrik ($\lambda = 1$) sebagai indikator pembakaran yang sempurna. Sedangkan nilai lambda sepeda motor B pada kondisi standar maupun setelah menggunakan gelombang ultrasonik berada pada kisaran 0,95 – 1,9. Nilai tersebut menunjukkan bahwa campuran udara dan bahan bakar sepeda motor B lebih condong pada campuran miskin ($\lambda > 1$) sehingga terjadi pembakaran yang tidak sempurna. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

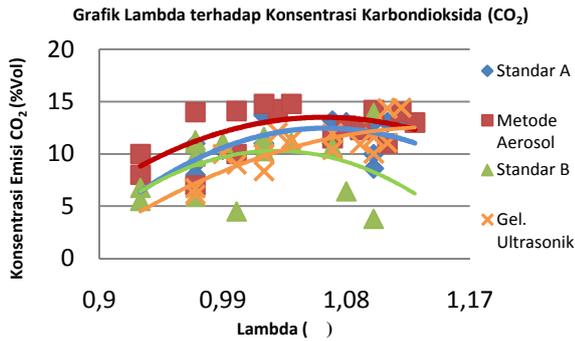
Tabel 1 Data Lambda Hasil Pengujian Emisi Gas Buang

Putaran (rpm)	Sepeda Motor A		Sepeda Motor B	
	Lambda (λ)		Lambda (λ)	
	Standar	Metode Aerosol	Standar	Gel. Ultrasonik
1500	1.10	1.11	1.21	1.90
2000	1.10	1.13	1.14	1.68
2500	1.00	1.00	1.04	1.54
3000	1.07	1.09	0.95	1.34
3500	1.02	1.07	1.01	1.19
4000	1.12	1.08	1.06	1.12
4500	1.10	1.12	1.12	1.15
5000	1.11	1.10	1.08	1.10
5500	1.08	1.03	1.10	1.05
6000	1.07	1.04	1.34	1.07
6500	1.02	1.04	0.99	1.06
7000	1.02	1.00	1.06	1.03
7500	0.97	0.93	0.97	1.01
8000	0.97	0.93	1.01	1.01
8500	0.97	0.97	1.02	1.12
9000	0.99	0.97	1.03	1.06

Selain itu, proses pembakaran yang sempurna juga dapat diketahui melalui konsentrasi oksigen (O₂) yang terkandung dalam emisi gas buang kendaraan. Oksigen sejatinya bukan merupakan gas beracun sisa hasil pembakaran. Oksigen merupakan komponen utama yang menjadi syarat terjadinya pembakaran disamping percikan api dan bahan bakar. Proses pembakaran yang sempurna menghasilkan emisi gas buang berupa gas karbondioksida (CO₂) dan uap air (H₂O).

Hal tersebut disebabkan kandungan oksigen pada komposisi udara digunakan untuk mengoksidasi bahan bakar pada proses pembakaran. Dengan demikian oksigen menjadi indikator terjadinya proses pembakaran yang sempurna. Artinya semakin sempurna pembakaran, semakin sedikit konsentrasi oksigen yang terbuang bersama gas sisa pembakaran.

Sedangkan kadar emisi gas buang yang dihasilkan Yamaha V-ixion disajikan pada tabel berikut.



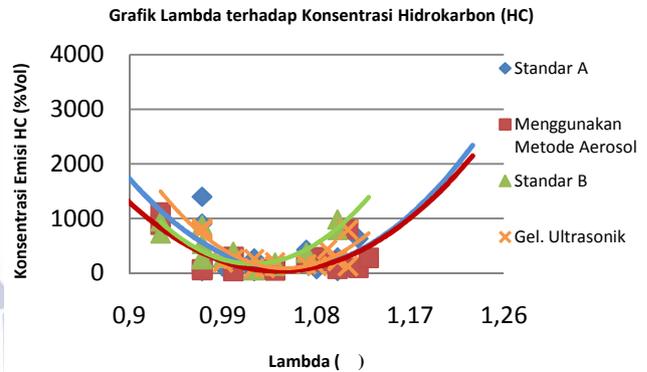
Gambar 7. Hubungan antara lambda terhadap konsentrasi CO₂

Pada gambar 7 diketahui bahwa peningkatan konsentrasi emisi CO₂ yang dihasilkan oleh sepeda motor A setelah menggunakan *wynn's enviropurge kit* (menggunakan metode aerosol) terjadi pada variasi putaran mesin. Persentase nilai peningkatan konsentrasi emisi CO₂ terjadi secara signifikan sebagai imbas dari proses pembakaran yang lebih sempurna. Hal ini disebabkan oleh kondisi injektor dan ruang bakar yang lebih bersih dari sebelumnya. Persentase peningkatan konsentrasi emisi CO₂ pada variasi putaran mesin berkisar antara 2% - 12%. Peningkatan konsentrasi CO₂ tertinggi dicapai pada putaran mesin 6000 dan 3000 rpm sebesar 12%. Rata-rata peningkatan konsentrasi emisi karbondioksida yang dihasilkan sebesar 7%.

Sedangkan, peningkatan konsentrasi emisi CO₂ yang dihasilkan sepeda motor B setelah menggunakan *Launch Ultrasonic Injector Cleaner Tester* (menggunakan gelombang ultrasonik) berkisar antara 1% - 57%. Adapun peningkatan konsentrasi emisi CO₂ tertinggi yakni 57% dicapai pada putaran mesin 2500 rpm. Sedangkan rata-rata peningkatan konsentrasi emisi karbondioksida sebesar 11%. Adanya peningkatan konsentrasi emisi karbondioksida (CO₂) menjadi indikator terjadinya proses pembakaran yang semakin sempurna. Konsentrasi karbondioksida (CO₂) yang terkandung dalam gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi emisi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) hasil pembakaran yang tidak sempurna. Konsentrasi emisi karbondioksida juga berbanding terbalik dengan konsentrasi oksigen dalam emisi gas buang. Pada proses pembakaran, oksigen digunakan untuk mengoksidasi kandungan karbon dan hidrogen pada bahan bakar untuk menghasilkan tenaga dan emisi gas buang berupa karbondioksida dan uap air.

Berdasarkan analisis data tersebut dapat disimpulkan, bahwa proses pembersihan injektor menggunakan metode aerosol dan menggunakan gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap kadar emisi gas buang yang dihasilkan sepeda motor Yamaha V-ixion

tahun 2008. Terbukti dengan adanya peningkatan konsentrasi emisi CO₂ yang dihasilkan sepeda motor A rata-rata sebesar 7% dan sepeda motor B rata-rata sebesar 11% jika dibandingkan dengan kondisi standar.



Gambar 8. Hubungan antara lambda terhadap konsentrasi emisi HC

Gambar 4.11 menunjukkan penurunan konsentrasi emisi HC yang dihasilkan oleh sepeda motor A setelah menggunakan *wynn's enviropurge kit* (menggunakan metode aerosol) pada variasi putaran mesin. Persentase penurunan konsentrasi emisi HC pada variasi putaran mesin berkisar antara 2% - 73%. Penurunan konsentrasi emisi HC tertinggi dicapai pada putaran mesin 6000 rpm sebesar 73%.

Berdasarkan grafik tersebut, penurunan konsentrasi emisi hidrokarbon (HC) yang dihasilkan sepeda motor B setelah menggunakan *Launch Ultrasonic Injector Cleaner Tester* (menggunakan gelombang ultrasonik) berkisar antara 6% - 216%. Adapun penurunan konsentrasi emisi HC tertinggi yakni 216% dicapai pada putaran mesin 1500 rpm dari 1876 %Vol dalam kondisi standar menjadi sebesar 594 %Vol setelah menggunakan *Launch Ultrasonic Injector Cleaner Tester*.

Emisi hidrokarbon turun seiring dengan terjadinya proses pembakaran yang sempurna. Hidrokarbon yang teroksidasi dengan baik pada proses pembakaran tidak akan ikut terbuang sebagai gas sisa pembakaran. Dibutuhkan oksigen untuk mengoksidasi hidrokarbon menjadi tenaga dan menyisakan karbondioksida serta uap air. Dengan demikian seiring dengan rendahnya konsentrasi oksigen dalam gas sisa pembakaran maka semakin rendah pula emisi hidrokarbon, karena oksigen digunakan untuk mengoksidasi hidrokarbon pada proses pembakaran.

Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan, bahwa proses pembersihan injektor menggunakan metode aerosol dan menggunakan gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap kadar emisi gas buang yang dihasilkan sepeda motor Yamaha V-ixion tahun 2008.

Terbukti dengan adanya penurunan konsentrasi HC yang dihasilkan sepeda motor A rata-rata sebesar 19,47% dan sepeda motor B rata-rata sebesar 50,62% jika dibandingkan dengan kondisi standar. Dengan adanya data hasil pengujian performa mesin maupun emisi gas buang, ditemukan kekurangan dan kelebihan masing-masing metode dalam membersihkan injektor pada sepeda motor Yamaha V-ixion 2008.

Berdasarkan diketahui metode aerosol mampu meningkatkan performa mesin lebih maksimal dibandingkan dengan melakukan pembersihan dengan gelombang ultrasonik. Namun, emisi gas buang yang dihasilkan setelah proses pembersihan dengan metode aerosol tidak cukup baik dibandingkan dengan hasil emisi gas buang setelah menggunakan gelombang ultrasonik. Hal tersebut mungkin terjadi akibat adanya sisa cairan *V.I.C Oil* yang tertinggal pada dinding ruang bakar dan mempengaruhi emisi gas buang yang dihasilkan. Sehingga ada kemungkinan peningkatan performa mesin yang terjadi juga dipengaruhi oleh sisa cairan *V.I.C Oil* pada dinding ruang bakar.

Di sisi lain, pembersihan dengan menggunakan gelombang ultrasonik tidak meningkatkan performa mesin secara maksimal dikarenakan komponen sistem bahan bakar yang dibersihkan hanya injektor. Sedangkan ruang bakar tidak ikut dibersihkan, sehingga kemungkinan deposit karbon sisa pembakaran masih tersisa di dalam ruang bakar. Walaupun demikian, setelah injektor dibersihkan dengan cara ini emisi gas buang yang dihasilkan menjadi jauh lebih rendah.

PENUTUP

Simpulan

Dari penelitian, perhitungan, dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Proses pembersihan injektor menggunakan metode aerosol dan menggunakan gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap performa mesin yang dihasilkan sepeda motor Yamaha V-ixion tahun 2008. Terbukti dengan adanya peningkatan pada:
 - Torsi yang dihasilkan sepeda motor A rata-rata sebesar 12,5% dan sepeda motor B rata-rata sebesar 7,58% jika dibandingkan dengan kondisi standar.
 - Daya yang dihasilkan sepeda motor A rata-rata sebesar 13,22% dan sepeda motor B rata-rata sebesar 8,62% jika dibandingkan dengan kondisi standar.
 - Tekanan efektif rata-rata yang dihasilkan sepeda motor A rata-rata sebesar 13,28% dan sepeda motor B rata-rata sebesar 8,63% jika dibandingkan dengan kondisi standar.
- Proses pembersihan injektor menggunakan metode aerosol dan menggunakan gelombang ultrasonik

berpengaruh terhadap kadar emisi gas buang yang dihasilkan sepeda motor Yamaha V-ixion tahun 2008. Terbukti dengan adanya:

- Penurunan konsentrasi CO yang dihasilkan sepeda motor A rata-rata sebesar 31,89% dan sepeda motor B rata-rata sebesar 40,09% jika dibandingkan dengan kondisi standar.
- Penurunan konsentrasi HC yang dihasilkan sepeda motor A rata-rata sebesar 19,47% dan sepeda motor B rata-rata sebesar 50,62% jika dibandingkan dengan kondisi standar.
- Selain itu, juga terjadi peningkatan konsentrasi CO₂ yang dihasilkan sepeda motor A rata-rata sebesar 7% dan sepeda motor B rata-rata sebesar 11% jika dibandingkan dengan kondisi standar. Hal tersebut menjadi indikator proses pembakaran yang lebih sempurna akibat injektor yang lebih bersih.

Kedua metode pembersihan injektor terbukti efektif dalam membersihkan komponen sistem bahan bakar sehingga mampu meningkatkan performa mesin dan menurunkan kadar emisi gas buang.

Saran

Dari serangkaian pengujian, perhitungan, dan analisis data yang telah dilakukan, dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Untuk mendapatkan peningkatan performa mesin terbaik pemilik kendaraan Yamaha V-ixion tahun 2008 disarankan untuk menggunakan *wynn's enviropurge kit* (menggunakan metode aerosol) untuk membersihkan injektor dan sistem bahan bakar.
- Sedangkan untuk mendapatkan emisi gas buang yang rendah, pemilik kendaraan Yamaha V-ixion tahun 2008 disarankan menggunakan gelombang ultrasonik untuk membersihkan injektor
- Untuk mendapatkan proses pembersihan yang lebih sempurna dengan menggunakan gelombang ultrasonic sebaiknya digunakan cairan *IPA (Iso Propil Alcohol)*.
- Penelitian lanjutan tentang penggunaan pembersih pada mesin sepeda motor berteknologi EFI disarankan menggunakan sepeda motor merk lain, pembersih merk lain, dan alat pembersih tipe lain. Hal ini untuk mencapai tingkat kebersihan yang lebih baik sehingga menghasilkan performa mesin maksimal dan emisi gas buang terendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. *Bagaimana Ultrasonic Bisa Menguntungkan Saya?*. <http://toko-ultrasonic.com/news/2/Bagimana-Ultrasonic-Bisa-Menguntungkan-Saya/>, diakses 2 Februari 2012.
- Anonim. 2012. *DIY: Simple "Iseng" Test Ultrasonic Cleaner*. <http://www.infomobil.biz/diy-simple->

- [iseng-test-ultrasonic-cleaner/](#), diakses 2 Februari 2012.
- Anonim. 2011. *Fuel Service Products*. <http://www.wynnsusa.com/fuel.aspx>, diakses 5 Januari 2012.
- Anonim. 2012. *Honda Mantapkan Era Injeksi di Indonesia*. <http://otomotif.kompas.com/read/2011/11/23/14442280/Honda.Mantapkan.Era.Injeksi.di.Indonesia>, diakses 4 Januari 2012.
- Anonim. 2011. *Injector Cleaner Tester (alat untuk test membersihkan)*. <http://automotive.dinomarket.com/ads/26281439/Jual-INJECTOR-CLEANER-TESTER-alat-untuk-test-membersihkan/>, diakses 2 Januari 2012.
- Anonim. 2011. *Injector Cleaner Yang Sesuai Untuk V-ixion*. <http://motorplus.otomotifnet.com/>, diakses 2 Januari 2012
- Anonim. 2011. *Mesin Empat Tak*. http://id.wikipedia.org/wiki/Mesin_empat_tak, diakses 3 Januari 2012.
- Anonim. 2009. *Seputar V-ixion: Komponen Yamaha V-ixion*. <http://vixioncilegon.wordpress.com/seputar-v-ixion/komponen-yamaha-v-ixion/>, diakses 3 Januari 2012.
- Anonim. 2011. *Shogun Hyper Injection: R.I.P.* <http://az147r.wordpress.com/2011/01/17/shogun-hyper-injection-r-i-p/>, diakses 4 Januari 2012.
- Anonim. 2010. *Wynn's Enviropurge Kit*. <http://www.graysonline.com/lot/0017-75273/auto-accessories/wynns-enviropurge-kit>, diakses 3 Januari 2012.
- Anonim. 2010. *Wynn's Enviropurge Kit Specification Products*. http://www.wynnsusa.com/pdf/14241_ENVIRO_SpecSheet.pdf, diakses 5 Januari 2012.
- Anonim. 2007. *Yamaha V-ixion: Spesifikasi Produk*. <http://www.yamaha-motor.co.id/product/motorcycle/sport/vixion/>, diakses 4 Januari 2012.
- Arismunandar, Wiranto. 2005. *Penggerak Mula: Motor Bakar Torak*. Surabaya: Penerbit ITB.
- Aziz, A. Hasmoro, G. Atmaja, H. 2011. *Pengaruh Pembentukan Deposit Pada Injektor Terhadap Debit Aliran Bahan Bakar Pada Motor Bensin*. Tugas Akhir tidak diterbitkan. Semarang: Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *Emisi Gas Buang - Sumber Bergerak – Bagian 3: Cara uji kendaraan bermotor kategori L pada kondisi idle*. <http://staff.undip.ac.id/env/semestergenap/files/2010/02/SNI-09-7118.3-2005-kendaraan-kategori-L-kondisi-idle.pdf>, diakses 3 Januari 2012.
- Bosch, Robert. 2001. *Gasoline-Engine Management, Basics and Components*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
- Departemen Kesehatan. 2012. *Parameter Pencemar Udara dan Dampaknya terhadap Kesehatan*. <http://www.depkes.go.id/downloads/Udara.PDF>, diakses 4 Januari 2012.
- Heywood, John B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Launch Tech. Co., Ltd. 2000. *CNC-601A Cylinder Injector Cleaner Tester User Manual*. China: Launch Tech. Co., Ltd.
- Obert, Edward F. 1973. *International Combustion Engine and Air Pollution*. 3rd. Ed. New York: Harper & Row Publishers, Inc.
- Sarojo, Ganijanti Aby. 2011. *Gelombang dan Optika*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. 2010. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Supriyadi, Wahyu. 2012. *Pengaruh Penggunaan Enviropurge Kit terhadap Performa Sepeda Motor 4 Langkah*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Program Sarjana Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Sutantra, I Nyoman,, & Bambang Sampurno. 2010. *Teknologi Otomotif Edisi Kedua*. Surabaya: Penerbit Guna Widya.
- Swisscontact. 2000. *Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi*. Jakarta: Swisscontact Clean Air Project.
- Tim. 2007. *Bahasa Indonesia Keilmuan*. Surabaya: University Press.
- Tim. 2010. *Panduan Penulisan Skripsi*. Surabaya: University Press.
- Tim Penyusun. 2006. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*. http://langitbiru.menlh.go.id/upload/publikasi/pdf/kepmen_05-2006.pdf, diakses 3 Januari 2012.
- Warju. 2009. *Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor*. Surabaya: Unesa University Press.
- Warju. 2011. *Teknologi Reduksi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor*. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin FT Unesa.
- Yamaha Indonesia Motor Manufacturing. 2007. *V-ixion Service Manual*. Jakarta: PT. Yamaha Indonesia Motor Manufacturing.