

PENGARUH VARIASI SUDUT *ELBOW INTAKE MANIFOLD* TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR SUPRA X TAHUN 2002

Eka Wahyunidatul Hijjah

S1Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: vilflow_action@yahoo.com

Priyo Heru Adiwibowo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: apriyoheru@gmail.com

Abstrak

Di era globalisasi seperti saat ini kendaraan bermotor telah menjadi kebutuhan bagi masyarakat. Semakin meningkatnya volume kendaraan, maka emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor tersebut akan semakin tinggi, sehingga polusi udara pun juga semakin tinggi. Agar kadar emisi gas buang rendah, maka campuran udara dan bahan bakar di dalam mesin harus homogen untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna. Untuk mendapatkan campuran yang homogen tersebut, maka dilakukan penelitian dengan memodifikasi sudut *elbow intake manifold* yang meliputi, kelompok standar dengan sudut 0° , dan kelompok eksperimen, variasi 1 sudut *elbow* 180° , variasi 2 sudut *elbow* 225° dan variasi 3 sudut *elbow* 270° . Analisa data dilakukan dengan metode deskriptif pada putaran mesin 1500 rpm sampai 8000 rpm dengan *range* 500 rpm pada beban penuh untuk mengetahui kadar emisi yaitu karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) serta mengukur konsumsi bahan bakar. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan variasi *intake manifold* pada motor Honda Supra X tahun 2002 lebih baik dibandingkan dengan standar dari segi emisi gas buang. Hal ini dibuktikan dengan penurunan CO optimal terjadi pada variasi 1 yaitu sebesar 0,34% vol dengan persentase penurunan 85,89% pada putaran 4000 rpm. Penurunan HCOptimal terjadi pada variasi 3 yaitu sebesar 111 ppmVol dengan persentase penurunan 28,39% pada putaran 8000 rpm. Peningkatan CO_2 optimal terjadi pada variasi 1 yaitu sebesar 13,7% vol dengan presentase peningkatan 24,55% pada putaran 5500 rpm. Peningkatan O_2 optimal terjadi pada variasi 1 yaitu sebesar 1,17% vol dengan presentasi peningkatan 74,63% pada putaran 4000 rpm. Penurunan konsumsi bahan bakar terjadi pada variasi 3 yaitu sebesar 0,31 ltr/jam dengan presentase penurunan 35,42% pada putaran 3000 rpm. Dari variasi 1, 2 dan 3 yang paling baik untuk mereduksi emisi gas buang dibandingkan dengan *intake manifold* standar pada sepeda motor Honda Supra X tahun 2002 adalah variasi 1, karena variasi 1 membentuk sudut *elbow* 180° serta variasi 1 lebih pendek dari variasi 2 dan 3, sehingga kerugiannya kecil.

Kata kunci : *Elbow, Intake Manifold, Emisi Gas Buang*

Abstract

In this globalization's era motor vehicles has become a necessity for the community. The increasing volume of vehicles, its mean the exhaust gas emissions which produced by motor vehicles will be higher, so that the air pollution was also higher. In order for the low levels of exhaust gas emissions, the air and fuel mixture in the engine must be homogeneous perfect for reach the complete combustion. To obtain a homogeneous mixture, then conducted research to modify the intake manifold elbow angle including, standard group with 0° angle, and the the experimental group, 1st variation 180° elbow angle, 2nd variation 225° elbow angle and 3rd variation 270° elbow angle. Data analysis was done with descriptif method at engine rotation 1500 rpm to 8000 rpm with a range 500 rpm at full load to determine the emission levels of carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), oxygen (O₂) and carbon dioxide (CO₂) and measure the fuel consumption. Based on the results of this research can be concluded that the common uses of variations intake manifold on the motor Honda Supra X 2002 is better than the standard in terms of exhaust gas emissions. This is evidenced by a decrease of CO optimal occurs in 1st variation is amount 0.34 vol% with 85.89% decrease percentage in rotation 4000 rpm. Decrease in the optimal HC occurred in 3rd variations is amount 111 ppmVol with 28.39% decrease percentage in rotation 8000 rpm. And increase of CO_2 optimal occur in 1st variations is amount 13.7% vol with 24.55% increase percentage in rotation 5500 rpm. Increase of O_2 optimal occurs in 1st variation is amount 1.17 vol% with 74.63% increase percentage in rotation 4000 rpm. While the reduction in fuel consumption occurs in 3rd variation is amount 0.31 ltr/hr with 35.42% decrease percentage in rotation 3000 rpm. From 1st, 2nd and 3rd variation which are best used to reduce exhaust emissions compared with the standard intake manifold on a motorcycle Honda Supra X 2002 is a 1st variation, because the 1st variation form an angle of elbow in 180° and shorter than 2nd and 3rd variation, so that has few losses.

Keywords: Elbow, Intake Manifold, Exhaust Gas Emissions

PENDAHULUAN

Emisi gas buang merupakan masalah utama yang dihadapi masyarakat dengan semakin bertambah pesatnya volume kendaraan bermotor. Gas – gas yang dihasilkan oleh asap kendaraan bermotor berbahaya bagi kesehatan manusia baik dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang. Gas – gas tersebut adalah HC, CO, NOx dan timbal (Pb).

Pemerintah Provinsi Jawa Timur menyatakan bahwa volume kendaraan di Jawa Timur sampai tahun 2013 ini telah memasuki angka 12 juta unit. Dari angka 12 juta tersebut 10,7 juta unit merupakan kendaraan roda dua sedangkan 1,3 juta unit adalah kendaraan roda empat. (Online : Republika Online diakses pada tanggal 26 Desember 2013).

Demikian besar dampak negatif yang ditimbulkan dari pencemaran udara akibat emisi gas buang kendaraan, maka pemerintah menetapkan Ambang Batas Emisi Gas Buang kendaraan sebagai berikut:

Tabel 1. Ambang Batas Emisi Gas Buang
(Sumber: Permen LH No.4 Tahun 2006)

| KENDARAAN BERMOTOR KATEGORI L | | | | |
|---|-----------------|-----------|----------------------------|------------------|
| Kategori | Tahun Pembuatan | Parameter | | Metode uji |
| | | CO (%) | HC (ppm) | |
| Sepeda motor 2 langkah | < 2010 | 4.5 | 12000 | Idle |
| Sepeda motor 4 langkah | < 2010 | 5.5 | 2400 | Idle |
| Sepeda motor (2 langkah dan 4 langkah) | >2010 | 4.5 | 2000 | Idle |
| - | | | | |
| KENDARAAN BERMOTOR KATEGORI M, N DAN O | | | | |
| Kategori | Tahun Pembuatan | Parameter | | Metode uji |
| | | CO (%) | HC (ppm) Opasitas (% HSU)* | |
| Berpenggerak motor bakar cetus api (bensin) | < 2007 | 4.5 | 1200 | Idle |
| | > 2007 | 1.5 | 200 | |
| Berpenggerak motor bakar penyalaaan kompresi (diesel) | - | - | - | Percepatan Bebas |
| - GVW < 3.5 ton | < 2010 | - | 70 | |
| | > 2010 | - | 40 | |
| - GVW > 3.5 ton | ≤ 2010 | - | 70 | |
| | > 2010 | - | 50 | |

Selain pemerintah, perusahaan otomotif juga dituntut untuk menciptakan kendaraan yang ramah lingkungan. Hal ini ditambah dengan dikeluarkannya peraturan pemerintah yang menetapkan bahwa semua kendaraan yang diproduksi harus sudah memenuhi standar Euro 3 per 1 Agustus 2013. (online : okezone.com diakses pada 3 Juli 2013). Menurut standar Euro 3, kendaraan roda 2 dengan kapasitas silinder kurang dari 150cm³ hanya boleh menghasilkan 0,8 gr/km HC, 0,15 gr/km NOx, dan 2 gr/km CO. Sedangkan untuk kendaraan roda 2 dengan kapasitas silinder lebih dari 150cm³ hanya boleh menghasilkan 0,3 gr/km HC, 0,15 gr/km NOx, dan 2 gr/km CO. (online : okezone.com diakses pada 3 Juli 2013).

Banyak cara yang telah ditempuh dalam rangka meminimalisir kadar emisi gas buang kendaraan

bermotor. Agar kadar emisi gas buang rendah, maka pembakaran campuran udara dan bahan bakar di dalam mesin harus sempurna. Pembakaran sempurna, dapat terjadi apabila campuran udara dan bahan bakar homogen. *Intake manifold* (saluran masuk) merupakan saluran tempat masuknya udara dan bahan bakar sebelum masuk ke ruang bakar. Bentuk *intake manifold* ini sedikit banyak juga mempengaruhi homogenitas campuran udara dan bahan bakar.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Eka Dewi Anggraini Handoyo (2010) tentang “pengaruh penghalusan intake manifold terhadap performansi motor bakar bensin”. Eksperimen dilakukan pada motor bakar bensin Toyota model 4K. Dari penelitian yang dilakukan, didapat bahwa penghalusan permukaan dalam *intake manifold* membuat torsi maksimum naik 1.8%, daya maksimum naik 3%, *Brake Mean Effective Pressure* (BMEP) maksimum naik 2.53% dan efisiensi termal naik rata-rata 5.24% sedang konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) turun sebesar rata-rata 4.9%. Dalam penelitian ini yang dibahas adalah penghalusan permukaan *intake manifold* dan pengaruhnya terhadap performansi motor bakar, belum membahas tentang modifikasi kelengkungan *intake manifold*.

Eko Winarto (2013) tentang “pengaruh modifikasi sudut kelengkungan intake manifold terhadap performansi pada motor empat langkah”. Pada penelitian ini objek yang digunakan adalah Honda Legenda 2003. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa performa mesin meningkat. Peningkatan torsi optimal menjadi sebesar 3,69 kgf.m dengan persentase peningkatan 4,53% pada putaran 6000 rpm. Daya efektif menjadi sebesar 5,41 PS dengan persentase peningkatan 4,58% pada putaran 7000 rpm, 3,56% pada 7500 rpm, dan 4,58% pada 8000 rpm dan Tekanan efektif rata-rata sebesar 1,886 kg/cm² dengan persentase peningkatan 10,22% pada putaran 5000 rpm. Dalam penelitian ini telah dibahas tentang pengaruh modifikasi kelengkungan *intake manifold* serta pengaruhnya terhadap performa motor empat langkah, namun kelengkungan *intake manifold*nya belum lengkung maksimal.

Tomi Rachmad Santoso (2007), dengan cara menghaluskan dinding dalam *intake manifold* pada sepeda motor Honda Supra fit. Hasil yang ditunjukkan terjadi perbedaan yang signifikan terhadap emisi gas buang pada putaran 1500 rpm CO sebesar 9.2 % , HC 35 % , pada putaran mesin 4000 rpm CO 4.3% , HC 1.6 % dan pada putaran 7000 rpm CO 4.9 % HC 24 % . Dalam penelitian ini menginformasikan tentang penghalusan dinding bagian dalam *intake manifold* terhadap emisi gas buang sepeda motor, namun dalam penelitian ini masih belum dibahas tentang modifikasi terhadap kelengkungan *intake manifold*.

Frafasta (2014) tentang “pengaruh intake manifold modifikasi dengan variasi sudut kelengkungan terhadap emisi gas buang pada motor empat langkah”. Objek yang digunakan adalah Honda Legenda tahun 2003. Penelitian ini melakukan modifikasi sudut kelengkungan *intake manifold* dengan variasi 34⁰, 73⁰ dan 108⁰. Dari hasil

penelitian disimpulkan bahwa modifikasi sudut kelengkungan *intake manifold* dapat menurunkan emisi HC dan CO, serta menaikkan CO₂. Penurunan emisi CO terendah sebesar 0,38 % vol dengan presentase penurunan 78,65 % pada 1500 RPM dengan menggunakan sudut kelengkungan *intake manifold* 108°. Penurunan emisi HC terendah sebesar 276 ppmVol dengan presentase penurunan 22,90 % pada 9000 RPM dengan menggunakan sudut kelengkungan *intake manifold* 108°. Peningkatan CO₂ tertinggi sebesar 12 % vol dengan presentase peningkatan 30,43% pada 9000 RPM dengan menggunakan sudut kelengkungan *intake manifold* 108°.

Peneliti ingin lebih memaksimalkan desain *intake manifold* standart pada sepeda motor Honda Supra X tahun 2002 yang memiliki kelengkungan 0° dengan menambah kelengkungan dari *intake manifold* tersebut agar aliran yang dihasilkan semakin turbulen.

Penelitian ini meneliti pengaruh variasi sudut *elbow intake manifold* terhadap emisi gas buang pada sepeda motor supra x tahun 2002.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variasi sudut *elbow intake manifold* dengan sudut *elbow* 180°, sudut *elbow* 225° dan sudut *elbow* 270° terhadap emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor Honda Supra X tahun 2002.

Sedangkan manfaat penelitian ini adalah memberikan referensi tentang modifikasi *intake manifold*. Serta variasi sudut *elbow intake manifold* ini diharapkan dapat meminimalisir kadar emisi gas buang pada kendaraan bermotor

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

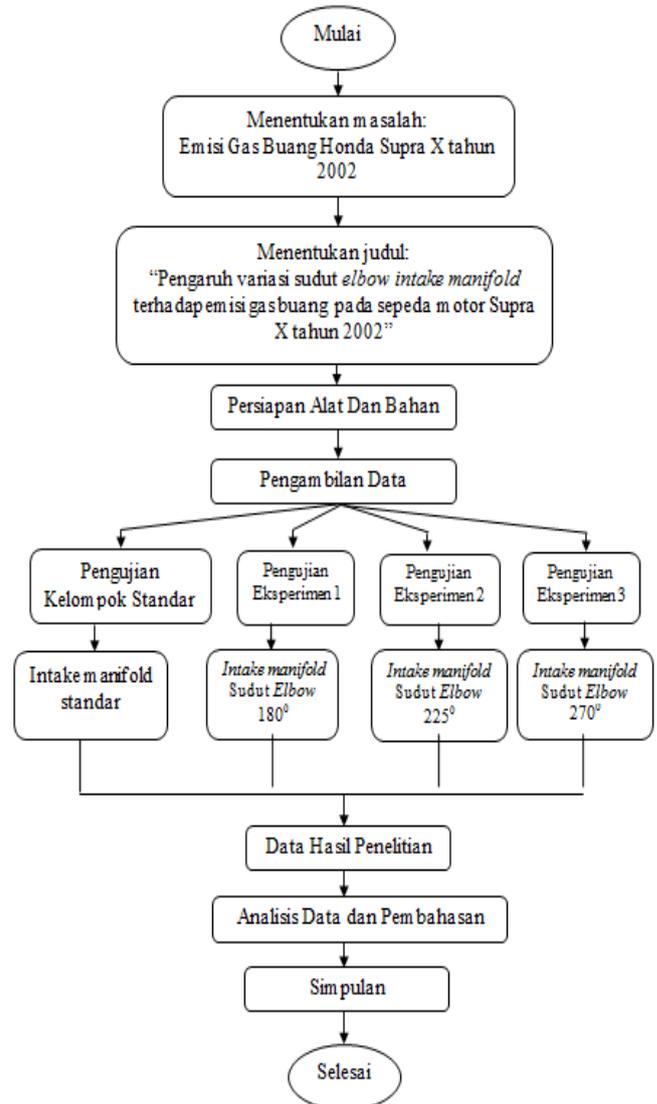
Jenis penelitian dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimen.

Tempat Penelitian

Penelitian eksperimen ini dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Performa Mesin Jurusan Teknik Mesin FT Unesa.

Desain Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada diagram berikut:



Gambar 1. Desain Penelitian

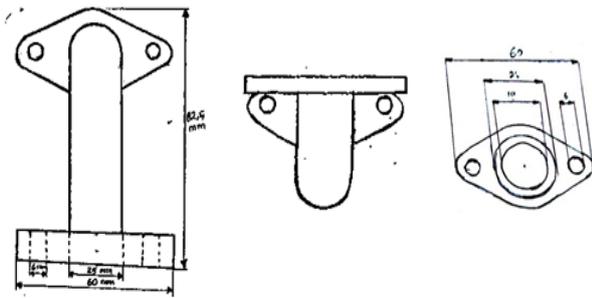
Variabel Penelitian

- Variabel bebas pada penelitian ini adalah *Intake manifold* dengan Sudut *Elbow* standar 0°, variasi 1 Sudut *Elbow* 180°, variasi 2 Sudut *Elbow* 225° dan variasi 3 Sudut *Elbow* 270°.
- Variabel terikat penelitian ini adalah emisi gas buang Honda Supra X tahun 2002 yang meliputi CO₂, CO, O₂ dan HC, serta konsumsi bahan bakar.
- Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah Sepeda motor Honda Supra X 2002 dengan kapasitas mesin 100 cc, putaran mesin yaitu 1500 rpm sampai 8000 rpm dengan kelipatan putaran 500 rpm, suhu mesin pada suhu kerja, suhu ruangan pada saat pengujian 30°C – 32°C, kelembapan udara ruangan saat pengujian.

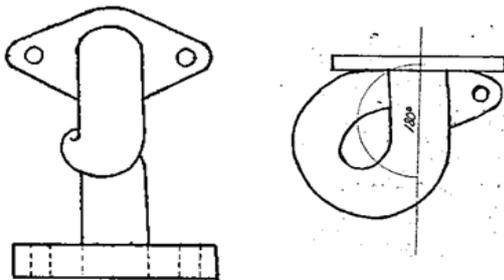
Desain Intake Manifold

Intake manifold yang akan dilakukan pengujian ada empat bentuk, yaitu satu standar dan tiga variasi yang telah dimodel (*design*) sudut *elbow*. Masing – masing *intake manifold* mempunyai tinggi yang sama yaitu

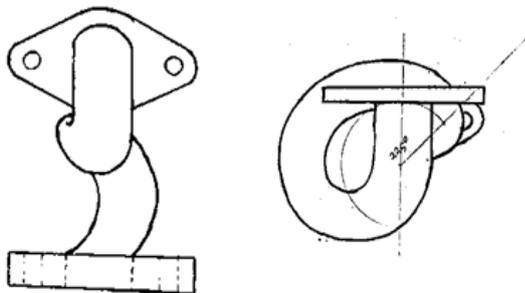
82,5mm, diameter luar 25 mm, dan diameter dalam yang sama yaitu 19 mm.



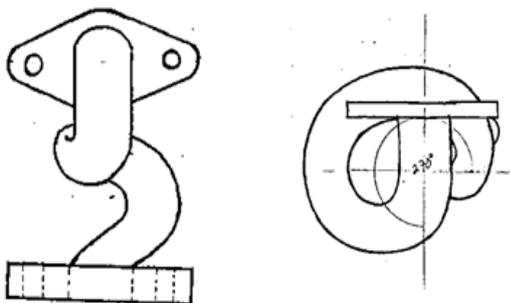
Gambar 2. Intake Manifold Standar



Gambar 3. Intake Manifold Variasi 1 Sudut Elbow 180⁰

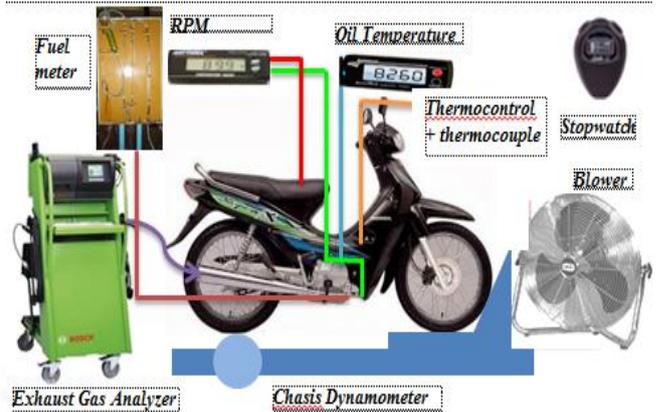


Gambar 4. Intake Manifold Variasi 2 Sudut Elbow 225⁰



Gambar 5. Intake Manifold Variasi 3 Sudut Elbow 270⁰

Objek, Peralatan dan Instrumen Penelitian



Gambar 6. Skema Objek, Peralatan dan Instrumen Penelitian

Pada Gambar 6 diatas, dijelaskan obyek, instrument, dan peralatan yang digunakan dalam penelitian, diantaranya adalah sebagai berikut:

- Mesin Honda Supra X Tahun 2002.
- *Blower* digunakan untuk mendinginkan mesin sewaktu pergantian pengujian.
- *Intake manifold* kelompok standar an variasi.
- *Chassis dynamometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur torsi dan daya yang dihasilkan mesin.
- *Thermocontrol dan thermocouple* digunakan untuk mengukur besarnya suhu yang terdapat pada *intake manifold*.
- *Fuel meter* digunakan untuk mengukur laju aliran bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin.
- *Exhaust gas analyzer* merupakan alat pengukur emisi gas buang kendaraan.
- *Stopwatch* sebagai alat bantu dalam menghitung waktu konsumsi bahan bakar pada saat pengujian.
- *Rpm Counter* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur putaran mesin.
- *Oli Temperature meter* digunakan untuk mengukur temperatur mesin.

Metode Pengujian

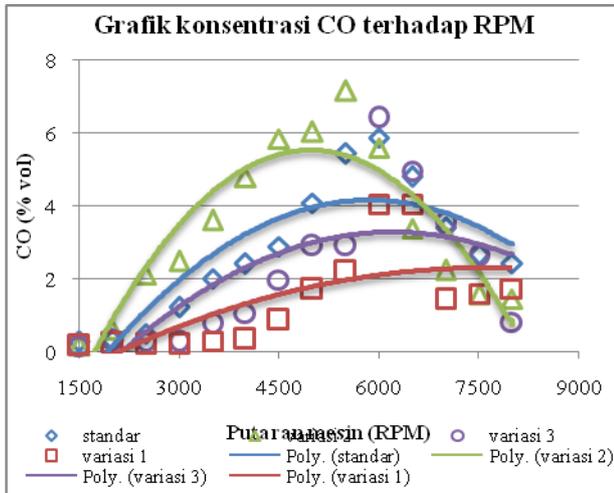
Untuk mendapatkan data emisi gas buang dalam penelitian ini dengan mengacu pada standar pengujian ISO 3930/OIML R-99 tentang pengujian emisi gas kendaraan. Metode pengujian emisi gas buang ini dilakukan pada saat kondisi *idle* sampai bukaan *throttle* penuh (maksimum).

Analisis Data

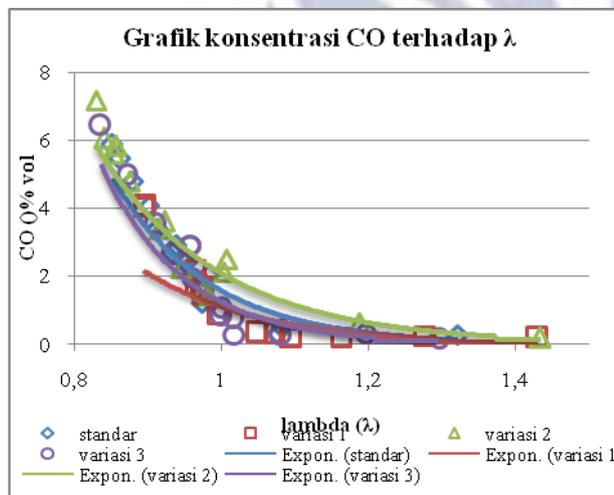
Analisis data menggunakan metode deskriptif, yaitu dengan mendeskripsikan atau menggambarkan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai realita yang diperoleh selama pengujian. Data hasil penelitian yang diperoleh dimasukkan dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Selanjutnya dideskripsikan dengan kalimat sederhana sehingga mudah dipahami untuk mendapatkan jawaban dari permasalahan yang diteliti.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN
Emisi Gas Buang

Untuk mengetahui persentase CO, CO₂, HC dan O₂ dengan menggunakan *intake manifold standar* dan *intake manifold* dengan variasi sudut elbow 1, 2 dan 3 pada sepeda motor Honda Supra X tahun 2002, dapat dilihat di bawah ini:



Gambar 7. Grafik Emisi CO vs RPM



Gambar 8. Grafik Emisi CO vs Lambda

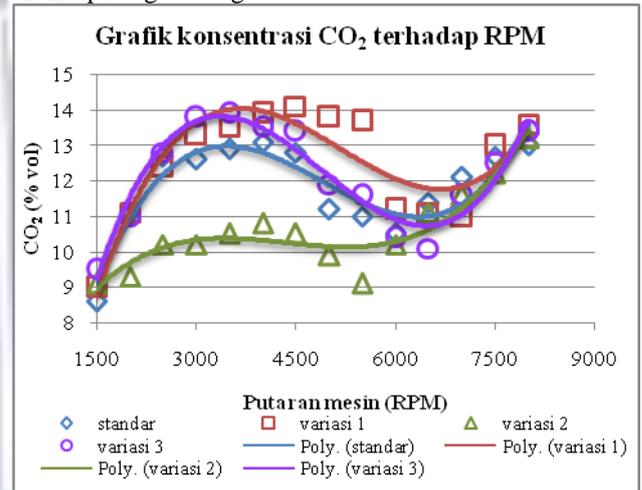
Pada *intake manifold* variasi sudut elbow 180°, 225°, 270° persentase rata – rata reduksi emisi CO masing – masing sebesar 85,89 %, 41,20 %, dan 66,39 %. Reduksi emisi CO dengan *intake manifold* variasi sudut elbow 180° lebih baik dibandingkan variasi sudut elbow 225° dan 270°. Hal ini karena *intake manifold* variasi 1 mempunyai konstruksi yang membentuk sudut *elbow* 180° dan memungkinkan untuk menghasilkan aliran yang lebih turbulen dari *intake manifold* standar, variasi 2 dan 3, serta lebih pendek dari variasi 2 dan 3, sehingga pembakaran yang dihasilkan lebih sempurna dan gas CO yang dihasilkan menurun.

Pada *intake manifold standar*, variasi 1, 2 dan 3 konsentrasi CO cenderung rendah pada putaran awal. Hal ini dikarenakan pada putaran tersebut pasokan bahan bakar masih sedikit sehingga bahan bakar sebagian besar telah bereaksi dengan udara. Semakin RPM bertambah,

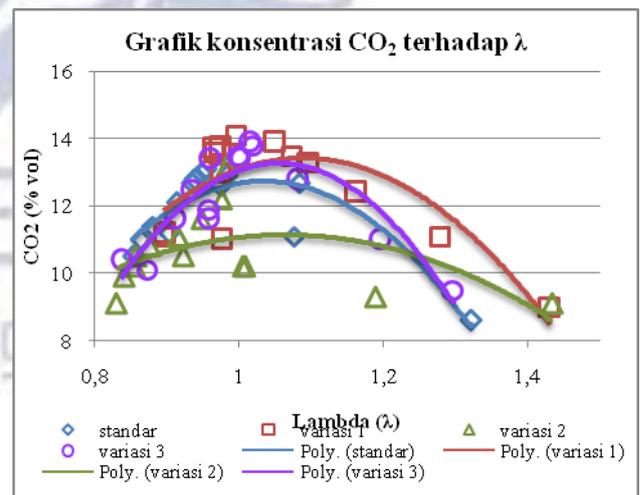
pasokan bahan bakar akan semakin banyak sehingga bahan bakar tidak dapat sepenuhnya bereaksi dengan udara, dan konsentrasi CO semakin tinggi. Pada putaran 6500 – 8000 rpm terjadi penurunan konsentrasi CO, karena jumlah bahan bakar dan udara lebih seimbang sehingga lebih banyak atom karbon yang bereaksi dengan oksigen membentuk CO₂.

Konsentrasi CO cenderung tinggi saat $\lambda < 1$ (campuran kaya), karena atom karbon kekurangan oksigen untuk bereaksi membentuk gas CO₂. Namun, saat $\lambda > 1$ (campuran miskin) konsentrasi CO cenderung rendah, karena udara yang masuk kedalam ruang bakar cukup untuk bereaksi dengan atom karbon yang berasal dari bahan bakar untuk membentuk gas CO₂.

Untuk mengetahui persentase peningkatan CO₂ dapat dilihat pada gambar grafik berikut.



Gambar 9. Grafik CO₂ vs RPM



Gambar 10. Grafik CO₂ vs Lambda

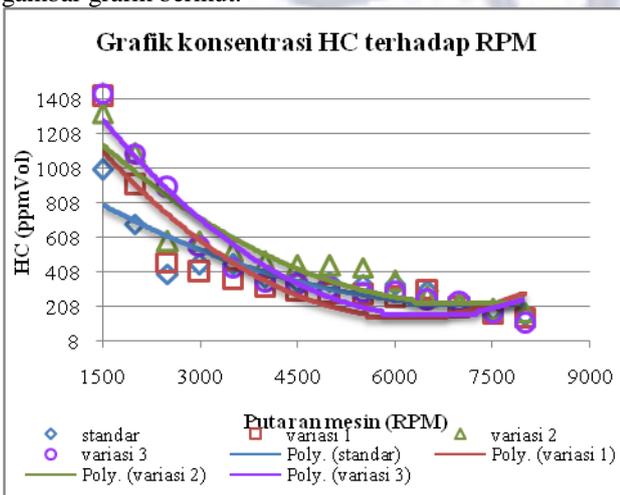
Pada *intake manifold* variasi sudut elbow 180°, 225°, 270° persentase rata – rata peningkatan CO₂ masing – masing sebesar 24,55 %, 5,81 %, dan 10,47 %. Peningkatan CO₂ dengan *intake manifold* variasi sudut elbow 180° lebih baik dibandingkan variasi sudut elbow 225° dan 270°. Hal ini karena *intake manifold* variasi 1 mempunyai konstruksi yang membentuk sudut *elbow* 180° dan memungkinkan untuk menghasilkan aliran yang

lebih turbulen dari *intake manifold* standar, variasi 2 dan 3, serta lebih pendek dari variasi 2 dan 3, sehingga pembakaran yang dihasilkan lebih sempurna dan gas CO₂ yang dihasilkan meningkat.

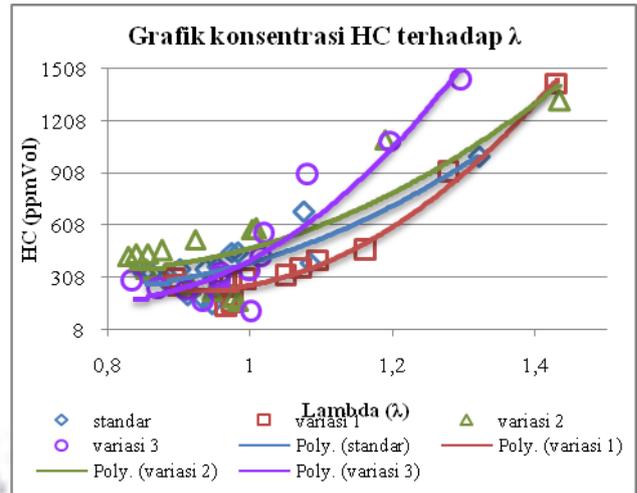
Pada *intake manifold standar*, variasi 1, 2 dan 3 Konsentrasi CO₂ cenderung tinggi pada putaran awal, hal ini dikarenakan pada putaran tersebut pasokan bahan bakar masih sedikit, sehingga atom karbon dari bahan bakar bisa secara optimal bereaksi dengan udara, dan gas CO₂ yang dihasilkan pun cenderung tinggi. Semakin rpm bertambah, pasokan bahan bakar akan semakin banyak sehingga atom karbon kekurangan oksigen untuk bereaksi membentuk gas CO₂, oleh karena itu konsentrasi CO₂ cenderung mengalami penurunan. Namun pada putaran tinggi terjadi peningkatan konsentrasi CO₂, hal ini disebabkan jumlah bahan bakar dan udara mulai seimbang kembali sehingga atom karbon yang bereaksi dengan oksigen membentuk CO₂.

Konsentrasi CO₂ cenderung rendah saat $\lambda < 1$ (campuran kaya), karena atom karbon kekurangan oksigen untuk bereaksi membentuk gas CO₂, oleh karena itu konsentrasi CO₂ cenderung mengalami penurunan. Saat $\lambda > 1$ (campuran miskin) konsentrasi CO₂ cenderung rendah, karena bahan bakar yang masuk kedalam ruang bakar baru sedikit sehingga gas CO₂ yang dihasilkan pun cenderung rendah. Sedangkan saat λ pada kisaran angka 1, konsentrasi CO₂ yang terbentuk cenderung tinggi, karena perbandingan udara dan bahan bakar menunjukkan jumlah yang ideal sehingga lebih banyak atom karbon bereaksi dengan oksigen membentuk CO₂ lebih maksimal.

Persentase reduksi emisi HC dapat dilihat pada gambar grafik berikut.



Gambar 11. Grafik Emisi HC vs RPM



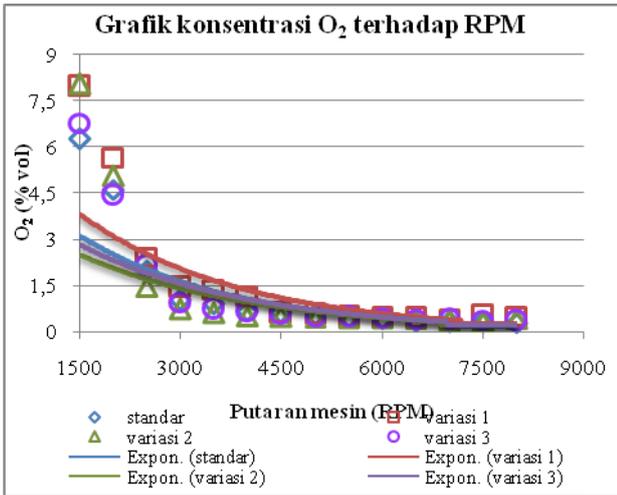
Gambar 12. Grafik Emisi HC vs Lambda

Pada *intake manifold* variasi sudut elbow 180⁰, 225⁰, 270⁰ persentase rata – rata reduksi emisi HC masing – masing sebesar 22,92 %, 10,37 %, dan 28,39 %. Reduksi emisi HC dengan *intake manifold* variasi sudut elbow 270⁰ lebih baik dibandingkan variasi sudut elbow 180⁰ dan 225⁰.

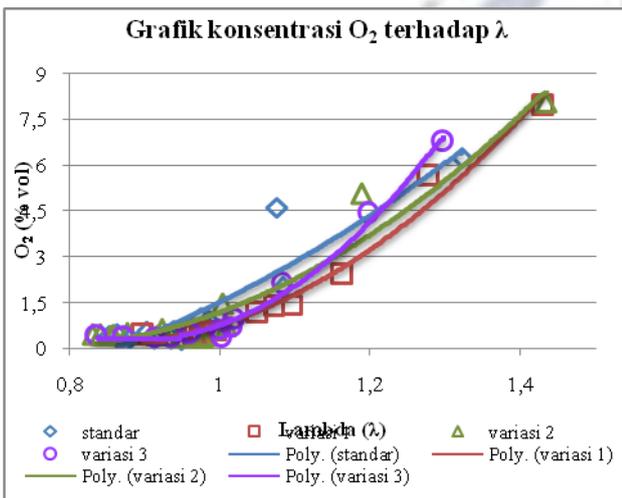
Pada *intake manifold standar*, variasi 1, 2 dan 3 konsentrasi HC cenderung tinggi pada putaran awal, hal ini dikarenakan pada saat putaran rendah temperatur dinding ruang bakar masih rendah, sehingga mengakibatkan hidrokarbon yang ada di dalam ruang bakar belum terbakar dan ikut keluar ke atmosfer. Semakin RPM bertambah, aliran yang dihasilkan akan semakin turbulen serta temperatur ruang bakar semakin tinggi, sehingga konsentrasi HC pun semakin menurun.

Konsentrasi HC cenderung tinggi saat $\lambda < 1$ (campuran kaya), karena sebagian bahan bakar belum bereaksi dengan udara dan ikut keluar ke atmosfer. Saat $\lambda > 1$ (campuran miskin) konsentrasi HC juga cenderung tinggi, karena rambatan bunga api menjadi lambat dan bahan bakar yang masih berbentuk hidrokarbon ikut keluar bersama gas buang sebelum terbakar sempurna. Sedangkan saat λ pada kisaran angka 1, konsentrasi HC yang terbentuk cenderung rendah, karena perbandingan udara dan bahan bakar menunjukkan jumlah yang ideal sehingga campuran yang terbentuk semakin homogen dan pembakaran pun semakin sempurna.

Untuk mengetahui persentase peningkatan O₂ dapat dilihat pada gambar grafik berikut.



Gambar 13. Grafik O₂ vs RPM



Gambar 14. Grafik O₂ vs Lambda

Pada intake manifold variasi sudut elbow 180⁰, 225⁰, 270⁰ persentase rata – rata peningkatan O₂ masing – masing sebesar 74,63 %, 41,38 %, dan 24,14 %. Peningkatan O₂ dengan intake manifold variasi sudut elbow 180⁰ lebih baik dibandingkan variasi sudut elbow 225⁰ dan 270⁰.

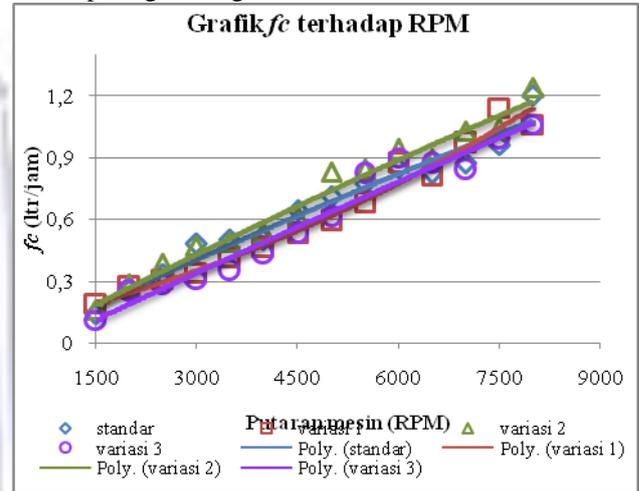
Pada intake manifold standar, variasi 1, 2 dan 3 konsentrasi O₂ cenderung tinggi pada saat putaran rendah, hal ini dikarenakan pada saat putaran rendah pasokan bahan bakar masih sedikit sehingga CO₂ yang dihasilkan pun cenderung rendah dan Oksigen yang belum bereaksi ikut keluar ke atmosfer, oleh karena itu gas O₂ yang dihasilkan pada putaran rendah ini cenderung tinggi. Semakin rpm bertambah, pasokan bahan bakar akan semakin banyak sehingga oksigen banyak terpakai dan bereaksi membentuk gas CO₂, oleh karena itu konsentrasi O₂ cenderung mengalami penurunan.

Konsentrasi O₂ cenderung rendah saat $\lambda < 1$ (campuran kaya), karena oksigen hampir seluruhnya terpakai untuk bereaksi dengan atom karbon membentuk CO₂, oleh karena itu konsentrasi O₂ cenderung mengalami penurunan. Saat $\lambda > 1$ (campuran miskin) konsentrasi O₂ cenderung tinggi, karena bahan bakar yang masuk

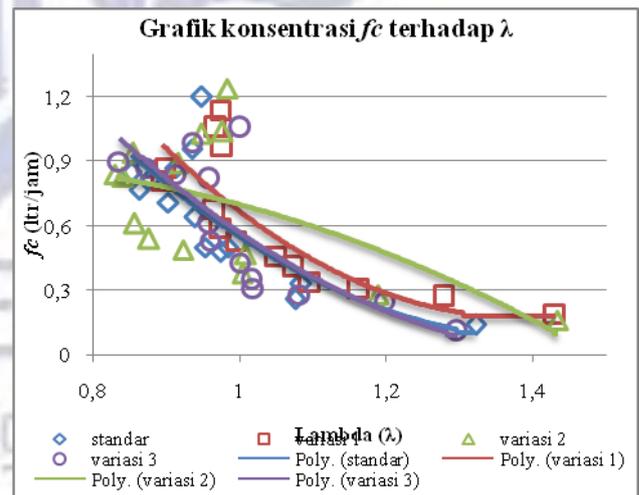
kedalam ruang bakar baru sedikit sehingga gas O₂ yang dihasilkan pun cenderung tinggi karena banyak yang tidak bereaksi dengan atom karbon. Sedangkan saat λ pada kisaran angka 1, konsentrasi O₂ yang terbentuk juga cenderung rendah, karena perbandingan udara dan bahan bakar menunjukkan jumlah yang ideal sehingga gas oksigen lebih banyak yang bereaksi dengan bahan bakar, oleh karena itu konsentrasi O₂ cenderung rendah.

Konsumsi Bahan Bakar

Persentase penurunan konsumsi bahan bakar menggunakan intake manifold variasi 1, 2 dan 3, dapat dilihat pada gambar grafik berikut.



Gambar 15. Grafik fc vs RPM



Gambar 16. Grafik fc vs Lambda

Penurunan konsumsi bahan bakar pada Honda Supra X tahun 2002 dengan intake manifold variasi 1, 2, dan 3 masing – masing sebesar 29,17 %, 4,69 %, dan 35,42 %.

Semakin bertambah rpm konsumsi bahan bakarnya akan semakin bertambah. Hal ini dikarenakan semakin bertambahnya rpm, pembukaan throttle valve semakin besar, sehingga bahan bakar yang keluar dari karburator ke ruang bakar semakin banyak, oleh karena itu konsumsi bahan bakar pun akan semakin meningkat.

Konsumsi bahan bakar (fc) cenderung tinggi saat $\lambda < 1$ (campuran kaya). Bahan bakar yang masuk lebih banyak

daripada udara. Saat pada kisaran angka 1 (mendekati *stoichiometric*), konsumsi bahan bakar cenderung seimbang dan membentuk campuran yang ideal. Saat $\lambda > 1$ (campuran miskin) konsumsi bahan bakar cenderung kecil.

PENUTUP

Simpulan

Dari studi hasil penelitian, analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *intake manifold* dengan variasi sudut *elbow* lebih baik dibandingkan dengan *intake manifold* standar dari segi emisi gas buang yang dihasilkan serta konsumsi bahan bakar (*fc*) sepeda motor Honda Supra X tahun 2002. Hal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Penurunan terjadi pada kadar emisi gas buang CO dan HC. Sedangkan peningkatan terjadi pada CO₂ dan O₂ sebagai berikut:
 - Persentase rata – rata reduksi emisi CO *intake manifold* sudut *elbow* variasi 1, 2 dan 3 masing – masing sebesar 52,38 %, 30,99 %, dan 46,18 %.
 - Persentase rata – rata peningkatan gas buang CO₂ *intake manifold* sudut *elbow* variasi 1, 2 dan 3 masing – masing sebesar 8,41 %, 3,68%, dan 5,67 %.
 - Persentase rata – rata reduksi emisi HC *intake manifold* variasi sudut *elbow* variasi 1, 2 dan 3 masing – masing sebesar 14,45 %, 10,37 %, dan 11,84 %.
 - Presentase rata – rata peningkatan O₂ *intake manifold* sudut *elbow* variasi 1, 2 dan 3 masing – masing sebesar 32,15 %, 18,26 %, dan 14,99 %.
- Penurunan juga terjadi pada konsumsi bahan bakar (*fc*) sebagai berikut:
Konsumsi bahan bakar pada *intake manifold* variasi mengalami penurunan dibandingkan *intake manifold standar*. Penurunan *intake manifold* variasi 1, 2, dan 3 masing – masing sebesar 13,33 %, 2,68 %, dan 16,99 %.
- Dari ketiga variasi sudut *elbow* yaitu variasi 1, 2 dan 3 yang paling baik mereduksi emisi gas buang dibandingkan dengan *intake manifold* standar pada sepeda motor Honda Supra X tahun 2002 yaitu *intake manifold* variasi 1. Hal ini disebabkan pada *intake manifold* variasi 1 membentuk sudut *elbow* 180° sehingga aliran yang dihasilkan lebih turbulen dibandingkan *intake manifold* standar, serta *intake manifold* variasi 1 lebih pendek dari variasi 2 dan 3, sehingga kerugiannya kecil dibandingkan dengan variasi 2 dan 3.

Saran

- Untuk penelitian selanjutnya diharapkan membuat *design intake manifold* yang lebih bervariasi dari pengembangan penelitian ini.
- Penelitian ini menggunakan sepeda motor dengan mesin standar 100 cc, sehingga diharapkan ada penelitian lanjutan dengan menggunakan mesin yang lebih besar.

- Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji kadar NOx.

DAFTAR PUSTAKA

- Handoyo, Eka .D.A. 2010. *Pengaruh Penghalusan Intake Manifold terhadap Performansi Motor Bakar Bensin*. Surabaya : Jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Petra.
- Okezone. 2013. *Agustus 2013 Indonesia Terapkan Standar Euro 3*. (online). (Sumber :<http://www.okezone.com/>, diakses 3 Juli 2013).
- Permen LH. 2006. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru*. Jakarta : Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Republika Online. 2013. *Jatim Tingkatkan Pendapatan Pajak Kendaraan*. (online). (Sumber :<http://www.rol.go.id/>, diakses 26 Desember 2013).
- Santoso, Tomi Rachmad. 2007. *Pengaruh Penghalusan Dinding dalam Intake Manifold dan Variasi Putaran Motor terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Honda Supra Fit*. Malang : Jurusan Teknik Mesin FT Universitas Negeri Malang.
- Sevrinanda, Frafasta. 2014. *Pengaruh Intake Manifold Modifikasi dengan Variasi Sudut Kelengkungan terhadap Emisi Gas Buang pada Motor Empat Langkah*. Surabaya :Jurusan Teknik Mesin FT Universitas Negeri Surabaya.
- Winarto, Eko. 2014. *Pengaruh Modifikasi Sudut Kelengkungan Intake Manifold terhadap Performa Mesin pada Motor Empat Langkah*. Surabaya: Jurusan Teknik Mesin FT Universitas Negeri Surabaya.