

Pengaruh Modifikasi *Intake Manifold* Dengan Sudut Kelengkungan Sampai $\frac{3}{4}$ Putaran (270°) Terhadap Unjuk Kerja Mesin Supra X Tahun 2002

Bayu Argo Wicaksono

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: bayuargo095524035@gmail.com

Priyo Heru Adiwibowo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: apriyoheru@gmail.com

Abstrak

Banyaknya peminat sepeda motor sehingga industri mengembangkan kendaraan bermotor tersebut semakin baik lagi. *Intake manifold* merupakan bagian kendaraan tempat mengalirnya udara dan bahan bakar dari karburator menuju ruang pembakaran melalui katup masuk. Untuk mendapatkan aliran turbulente diperlukan adanya modifikasi pada bagian mesin, salah satunya modifikasi pada *intake manifold*. Apabila aliran bahan bakar menjadi *turbulent* maka campuran bahan bakar menjadi homogen atau sempurna. Untuk itu dilakukan penelitian dengan mengubah lengkung *intake manifold* dengan tujuan mengetahui seberapa besar pengaruh terhadap torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan tekanan efektif rata-rata. Penelitian yang dilakukan meliputi kelompok standar dengan sudut lengkung 0° , kelompok eksperimen meliputi variasi 1 dengan sudut lengkung 180° , variasi 2 dengan sudut lengkung 225° dan variasi 3 dengan sudut lengkung 270° . Standar pengujian performa mesin adalah SAE J1349 dengan katup terbuka penuh. Pengujian menggunakan *chassis dynamometer*, *fuel meter*, *rpm couter*, *oil temperature meter*, dan *4 in 1 multi function enviroment meter*. Analisa data dilakukan dengan metode deskriptif dengan rpm 3000-9000 pada beban penuh untuk mengetahui torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan tekanan efektif rata-rata. Data hasil penelitian yang diperoleh dimasukkan dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik selanjutnya dideskripsikan dengan kalimat sederhana. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa menggunakan *intake manifold* variasi 1 meningkatkan performa mesin Supra X tahun 2002, sedangkan menggunakan variasi 2 dan 3 terjadi penurunan performa mesin. Peningkatan torsi rata-rata menggunakan variasi 1 (sudut kelengkungan 180°) sebesar 1,32%. Daya efektif rata-rata meningkat pada variasi 1 dengan persentase sebesar 1,56%. Tekanan efektif rata-rata meningkat pada variasi 1 dengan persentase peningkatan sebesar 1,56%. Konsumsi bahan bakar rata-rata pada variasi 1 menurun sebesar 6,81%..

Kata kunci: Unjuk kerja, *intake manifold*, performa mesin dan motor 4 langkah.

Abstract

Many people who are interested in a motorcycle so that the industry to develop motor vehicle was the better again. *Intake manifolds* is part of the vehicle where transmission air and fuel from carburetor toward the combustion chamber through opening-valve. To get the turbulent is necessary for modification of the machine parts, one of which is modification of the intake manifolds. When the fuel to turbulent and mixed with fuel to more homogeneous or perfect. For that, will be done or by changing the arches intake manifolds with the aim know how much influence, good traction, torque to fuel consumption, and pressure effective price. Research done on the standard to corner curve is 0° , the group experiments on variations 1 with a corner curve 180° , superiority by 2 to corner 225° curve and variation 3 with a corner curve 270° . Testing standard engine performance is SAE J1349 with valve fully opened. Test for using chassis dynamometer, fuel meter, rpm couter, oil temperature meters, and 4 in 1 multi-function environment meters. Data Analysis done by the method descriptive with rpm 3000-9000 at the cost for the full torque, knowledge, fuel consumption and pressure effective price. Data results of research, included in the table and displayed in the form advanced graphics described by his words are simple. Based on the results of research conducted it was concluded that the use of the intake manifold increases engine performance variation 1 Supra X 2002, while using a variation of 2 and 3 decreased engine performance. The increase in the average torque using a variation 1 (curvature angle 180°) of 1.32%. The average effective power increases with a percentage variation 1 of 1.56%. The average effective pressure increases in the percentage variation 1 of 1.56%. Fuel consumption on average in variation 1 decreased by 6.81%.

Keywords: Performance, intake manifold, engine performance and engine four stroke.

PENDAHULUAN

Pada masa sekarang ini semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) membawa

perubahan besar terhadap kehidupan manusia, terutama dalam kebutuhan kepemilikan kendaraan bermotor sebagai alat transportasi. Transportasi adalah

pemindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Transportasi>, diakses pada 03 Oktober 2013)

Kendaraan bermotor yang paling banyak digunakan masyarakat Indonesia adalah sepeda motor. Menurut survei dari kepolisian Indonesia pada tahun 2011 pengguna sepeda motor sebanyak 68.839.341. Sepeda motor merupakan alat transportasi yang mudah dijangkau semua kalangan masyarakat di Indonesia. Dengan banyaknya peminat sepeda motor sehingga industri mengembangkan kendaraan bermotor tersebut semakin baik lagi. Salah satu contohnya menurunkan emisi kendaraan dan meningkatkan daya atau *power* kendaraan menjadi lebih besar.

Daya adalah kemampuan untuk melakukan kerja yang dinyatakan dalam satuan Nm/s, Watt, ataupun HP. (<http://yefrichan.wordpress.com/2011/01/12/pengertian-daya-atau-tenaga/>, diakses pada 16 Januari 2014). Untuk memperoleh daya yang maksimal diperlukan homogenitas campuran udara dan bahan bakar. Campuran bahan bakar dan udara harus mempunyai nilai yang tepat. Campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang silinder perbandingan rasio teoritis (standar) adalah : 15 (gram udara) : 1 (gram fuel), perbandingan rasio untuk engine putaran tinggi adalah 12 – 13 (gram udara) : 1 (gram fuel), dan untuk engine yang sistem pendinginannya minimal perbandingan rasionya adalah 10 – 12 (gram udara) : 1 (gram fuel). Seperti pada gbr. 81 hubungan antara pembukaan throttle valve dan perbandingan rasio pemasukan bahan bakar dan udara. Power maksimum pada perbandingan rasio bahan bakar dan udara pada 12 – 13 : 1. (<http://www.motoracetuner.com/2013/04/perbandingan.campuran.bahan.bakar.dan.udara.di.karburator.html>, diakses pada 02 Mei 2014). Menurut Heisler (1995: 152), torsi mesin, daya luar dan konsumsi bahan bakar

sangat dipengaruhi oleh rasio kompresi, ruang pembakaran dan bentuk kepala piston, jumlah dan ukuran katup masuk dan buang, dan posisi busi. Objek dari bentuk ruang pembakaran yang baik adalah untuk: 1) mengoptimalkan pengisian dan pengosongan pada silinder dengan campuran udara dan bahan bakar yang belum terbakar atau yang sudah terbakar pada putaran mesin rata-rata yang berlebih, 2) membuat udara dan bahan bakar tercampur sepenuhnya di dalam silinder dan keluar dengan putaran yang tinggi ke dalam silinder sehingga pembakaran dapat sempurna dan dalam waktu yang singkat.

Intake manifold merupakan bagian kendaraan tempat mengalirnya udara dan bahan bakar dari karburator menuju ruang pembakaran melalui bukaan katup. Untuk mendapatkan aliran turbulen diperlukan adanya modifikasi pada bagian mesin, salah satunya modifikasi pada *intake manifold*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sholeh (2004) dengan variasi panjang pendek *intake manifold* pada sepeda motor Mega Pro 2003 terjadi penurunan dan peningkatan daya efektif. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian menggunakan *intake manifold* dengan panjang 20 mm terjadi peningkatan daya efektif sebesar 3,687 % sedangkan dengan panjang *intake manifold* 50 mm terjadi penurunan daya efektif sebesar -0,824 %. Namun penelitian ini hanya berpusat pada panjang pendek *intake manifold* tidak pada kelengkungan *intake manifold*.

Penelitian dilanjutkan oleh Handoyo (2013) dengan hasil penelitian yaitu torsi maksimum, daya maksimum, bmep maksimum dan efisiensi termal rata-rata naik masing-masing sebesar 1.8%, 3%, 2.53%, dan 5,24% . Sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc) rata-rata turun sebesar 4.9%. Namun penelitian ini hanya berpusat pada penghalusan permukaan dalam *intake manifold* tidak pada modifikasi *intake manifold*.

Penelitian dilanjutkan oleh Winarto (2014) pada motor Honda Legenda tahun 2003 dengan variasi kelengkungan *intake manifold*. Dari hasil penelitian

disimpulkan bahwa terjadi peningkatan torsi, daya efektif, dan tekanan efektif rata-rata masing-masing sebesar 4,53%, 4,58%, dan 10,22%. Penelitian ini sudah memodifikasi kelengkungan *intake manifold* akan tetapi masih belum maksimal pada sudut kelengkungannya.

Dari beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi bagian dari mesin dapat menjadikan aliran turbulente sehingga mengoptimalkan campuran bahan bakar dan udara menjadi homogen terutama penelitian yang dilakukan oleh Winarto akan tetapi peneliti masih merasa kurang maksimal sehingga merubah sudut kelengkungannya. Peneliti mengambil judul: "Pengaruh modifikasi kelengkungan sampai $\frac{3}{4}$ putaran (270°) *intake manifold* terhadap unjuk kerja mesin Supra X tahun 2002".

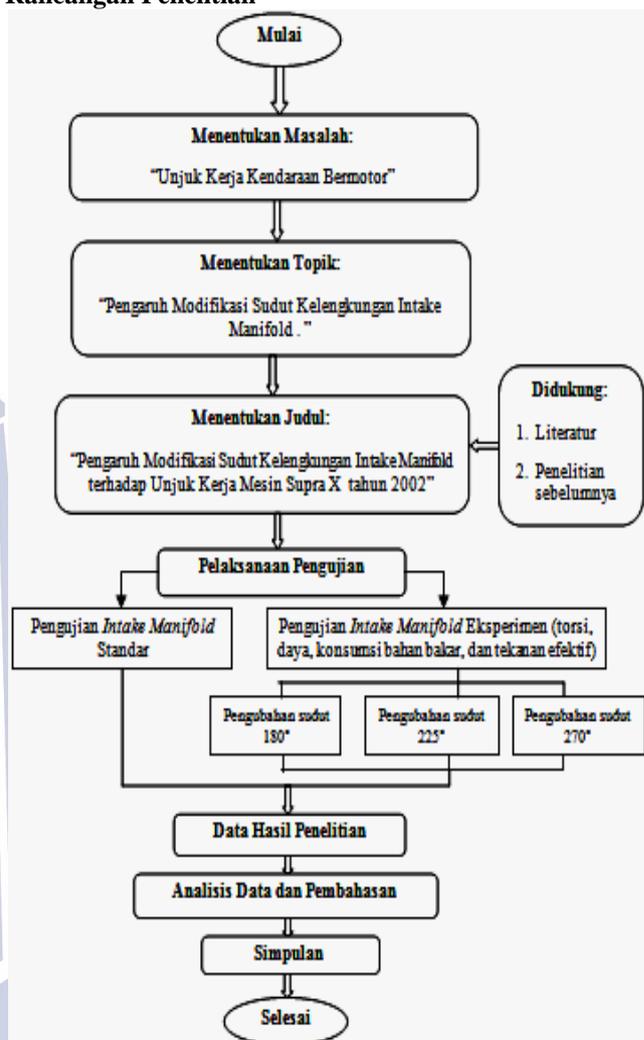
Berdasarkan yang telah diuraikan diatas, pokok masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut: Bagaimanakah pengaruh variasi kelengkungan *intake manifold* dengan sudut kelengkungan 180° , 225° dan 270° pada sepeda motor Honda Supra X tahun 2002 terhadap torsi, daya efektif, konsumsi bahan bakar, dan tekanan efektif rata-rata yang dihasilkan?

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui: Pengaruh variasi kelengkungan *intake manifold* dengan sudut kelengkungan 180° , 225° dan 270° pada sepeda motor Honda Supra X tahun 2002 terhadap torsi, daya efektif, konsumsi bahan bakar, dan tekanan efektif yang dihasilkan.

Manfaat penelitian ini diharapkan motor menjadi lebih hemat bahan bakar, unjuk kerja mesin lebih cepat meningkat bila dibandingkan dengan menggunakan *intake manifold* standar, dan membantu mengembangkan berbagai macam modifikasi mesin terutama *intake manifold*.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen (*experimental research*).

Tempat Penelitian

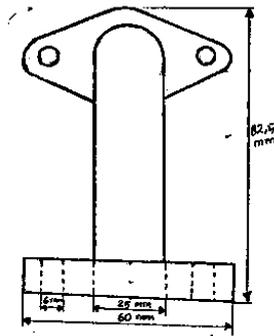
Pengujian performa mesin dilakukan di Banyuwangi Motor Jl. Undaan Kulon 115-117 Surabaya. Sedangkan pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan di Laboratorium Pengujian Performa Mesin FT UNESA.

Variabel Penelitian

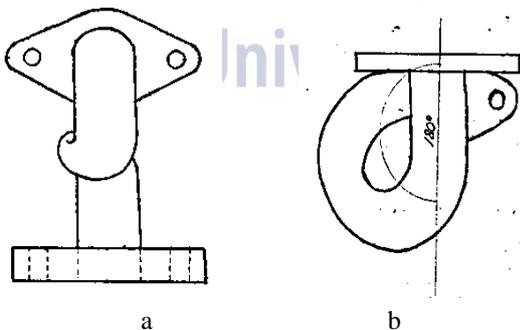
- Variabel Bebas pada penelitian ini adalah *intake manifold* sudut kelengkungan standar 0°, variasi 180°, variasi 225°, dan variasi 270°.
- Variabel terikat atau hasil dari eksperimen dalam penelitian ini adalah unjuk kerja mesin Supra X yaitu: torsi (T), daya (Ne), konsumsi bahan bakar (fc) dan tekanan efektif rata-rata (mep).
- Variabel kontrol dalam penelitian dan eksperimen ini adalah: Putaran mesin yaitu 3000 – 9000 rpm dengan kelipatan putaran 500 rpm pada mesin empat langkah, suhu mesin pada suhu kerja ($\geq 60^{\circ}\text{C}$).

Desain Pemasangan pada *Intake Manifold*

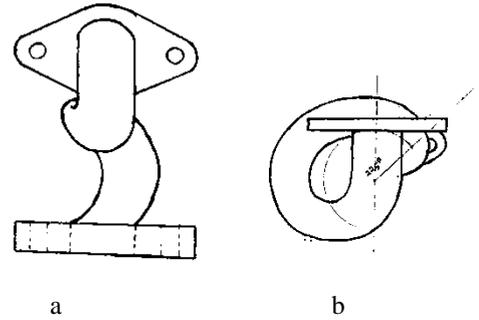
Intake manifold ini ada empat bentuk satu standar dan tiga variasi yang telah dimodel (*design*) kelengkungan mempunyai tinggi yang sama yaitu 8.2 cm, panjang 6 cm, diameter dalam yang sama yaitu 19 mm dan diameter luar 26 mm



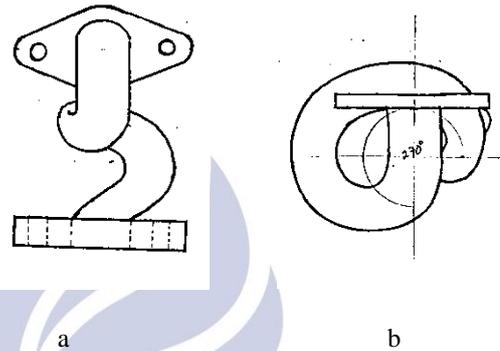
Gambar 2. *Intake Manifold* Standar



Gambar 3. *Intake manifold* Sudut Kelengkungan 180° (a. *Intake Manifold* Tampak Depan, b. Sudut Kelengkungan)

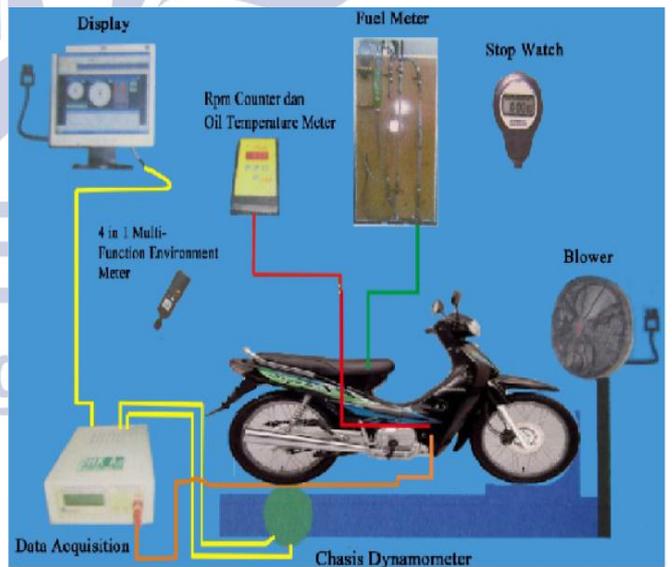


Gambar 4. *Intake Manifold* Sudut Kelengkungan 225° (a. *Intake Manifold* Tampak Depan, b. Sudut Kelengkungan)



Gambar 5. *Intake Manifold* Sudut Kelengkungan 270° (a. *Intake Manifold* Tampak Depan, b. Sudut Kelengkungan)

Peralatan dan Instrumen Penelitian



Gambar 6. Skema Instrumen Penelitian

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

- Sepeda motor Honda Supra X Tahun perakitan 2002.

- *Oil temperature meter* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur temperatur mesin.
- *Rpm Counter* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur putaran mesin.
- *Blower* digunakan untuk mendinginkan mesin sewaktu pergantian pengujian.
- *Chassis dynamometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur torsi dan daya yang dihasilkan mesin.

Metode Pengujian

Untuk mendapatkan data performa mesin dalam penelitian ini dengan mengacu pada standar pengujian SAE J1349.

Teknik Analisis Data

Analisa data dilakukan dengan metode deskripsi. Data hasil penelitian yang diperoleh dimasukkan dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Selanjutnya dianalisa dengan kalimat sederhana sehingga mudah dipahami untuk mendapatkan jawaban dari permasalahan yang diteliti. Terakhir data hasil penelitian tersebut ditarik kesimpulan untuk mengetahui performa mesin pada sepeda motor Honda Supra X tahun 2002.

HASIL DAN PEMBAHASAN

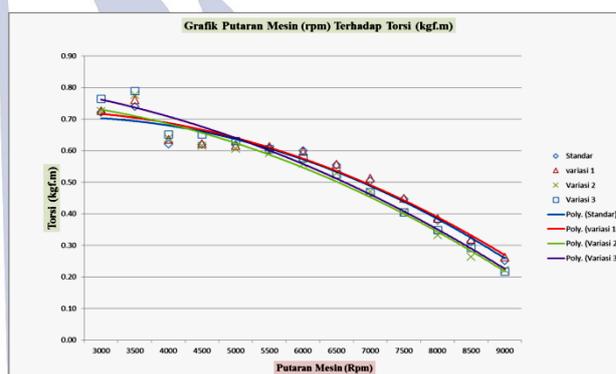
Hasil Pengujian Torsi Variasi Sudut Kelengkungan *Intake Manifold* dan Standar

Hasil pengujian intake manifold variasi dan standar menggunakan alat *chassis dynamometer* yang sudah dikonfersi dimasukkan kedalam table, sehingga dapat diketahui peningkatan dan penurunan torsi seperti dibawah ini:

Tabel 1.Perubahan Torsi Dari Variasi Sudut *Intake Manifold*

putaran (Rpm)	Torsi(kgf.m)				Persentase perubahan torsi ($\Delta\%$)		
	Standar	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3
3000	0,72	0,73	0,725	0,76	0,77	0,57	6,08
3500	0,74	0,76	0,78	0,79	2,77	4,82	6,61
4000	0,62	0,64	0,64	0,65	2,33	2,96	4,93
4500	0,62	0,622	0,62	0,65	0,36	-0,66	5,15
5000	0,62	0,616	0,61	0,63	-0,41	-2,14	1,92
5500	0,61	0,614	0,59	0,61	1,03	-2,52	-0,45
6000	0,60	0,598	0,56	0,58	-0,37	-6,80	-3,74
6500	0,56	0,56	0,53	0,53	0,34	-4,60	-5,21
7000	0,50	0,51	0,47	0,47	1,59	-6,87	-7,07
7500	0,45	0,45	0,41	0,41	0,66	-9,36	-9,21
8000	0,38	0,39	0,33	0,35	1,50	-12,37	-8,15
8500	0,31	0,32	0,26	0,29	2,26	-15,36	-6,32
9000	0,25	0,26	0,22	0,22	4,45	-11,74	-13,77
Rata-Rata					1,32	-4,93	-2,25

Dari data pada tabel di atas, apabila dibuat dalam bentuk grafik akan terlihat seperti gambar berikut.



Gambar 7.Grafik Perbandingan *Intake Manifold* Standar Dan *Intake Manifold* Variasi 180°,225°, dan 270°

Berdasarkan gambar 7, dengan menggunakan *intake manifold* standar mengalami kenaikan torsi sebesar 0,72-0,74 kgf.m pada putaran 3000-3500 rpm. Kenaikan terjadi karena peningkatan kecepatan mesin, sehingga torsi terbebani penuh pada awal peningkatan sampai titik maksimumnya. Torsi maksimum didapatkan pada putaran 3500 rpm dikarenakan beban paling besar yaitu untuk memutar roller *chassis dynamometer* yang beratnya mencapai 200 kg pada awal pengukuran. Menurut Bosch (2006: 25), fokus pembuatan mesin adalah untuk mendapatkan torsi maksimum pada kecepatan mesin rendah yaitu di antara 2000 rpm. Karena diantara putaran mesin tersebut bertepatan dengan optimalnya konsumsi bahan bakar. Pada putaran mesin 3500-4000 rpm terjadi penurunan dari 0,74 kgf.m menjadi 0,621 karena penurunan panas mesin. Pada putaran 4000-5000 rpm mengalami penurunan yang tidak

signifikan yaitu 0,621 kgf.m sampai 0,619 kgf.m. Hal ini terjadi karena mulai menurunnya pemasukan udara kedalam ruang bakar. Pada putaran mesin (5500-9000 rpm) torsi mengalami penurunan drastis dari 0,61 sampai 0,25. Torsi mengalami penurunan dikarenakan mesin tidak memiliki waktu untuk mengisi penuh udara pada putaran tinggi. Menurut Bosch (2006: 25), pada putaran mesin tinggi torsi mengalami penurunan akibat waktu pembukaan katup masuk yang singkat pada saat pengisian silinder.

Pada variasi 1 (sudut kelengkungan 180°), variasi 2 (sudut kelengkungan 225°) dan variasi 3 (sudut kelengkungan 270°) putaran 3000-3500 rpm mengalami peningkatan torsi. Sama halnya dengan keadaan standart torsi maksimum tercapai pada awal putaran mesin sehingga ketiga variasi mendapatkan torsi maksimum pada putaran 3500 rpm. Untuk variasi 1,2 dan 3 yang memiliki torsi maksimum terbesar adalah variasi 3 (sudut kelengkungan 270°) dengan nilai torsi maksimum sebesar 0,79 kgf.m. sedangkan dari ketiga variasi yang memiliki nilai torsi terkecil adalah variasi 1 (sudut kelengkungan 180°) sebesar 0,76 kgf.m. Hal ini terjadi karena variasi 3 memiliki sudut kelengkungan yang dapat membuat campuran udara dan bahan bakar lebih homogen. Pada putaran mesin 4000-5000 rpm, variasi 1 (sudut kelengkungan 180°) menghasilkan torsi sebesar 0,635-0,617 kgf.m, pada variasi 2 (sudut kelengkungan 225°) menghasilkan torsi sebesar 0,64-0,61 kgf.m, pada variasi 3 (sudut kelengkungan 270°) menghasilkan torsi sebesar 0,65-0,63 kgf.m. Hal tersebut terjadi karena penurunan panas mesin pada putaran rendah. Pada putaran 5500-9000 rpm, variasi 1 (sudut kelengkungan 180°) menghasilkan torsi sebesar 0,614-0,26 kgf.m, pada variasi 2 (sudut kelengkungan 225°) menghasilkan torsi sebesar 0,59-0,22 kgf.m, pada variasi 3 (sudut kelengkungan 270°) menghasilkan torsi sebesar 0,605-0,217 kgf.m. Dari ketiga variasi yang memiliki torsi tertinggi adalah variasi 3 (sudut kelengkungan 270°). Hal ini sesuai dengan pernyataan " Pada sudut kelengkungan *intake manifold* terjadi aliran tubulen campuran udara dan

bahan bakar akibat dari bentuk *intake manifold* tersebut sehingga campuran udara dan bahan bakar lebih homogen yang dapat menciptakan pembakaran yang sempurna.

Pada putaran 3000-5000 rpm *intake manifold* standar dibandingkan dengan variasi terbaik dari ketiga variasi yaitu variasi sudut kelengkungan 180°. Putaran 3000-3500 *intake manifold* standar mengalami kenaikan dari 0,72-0,74 kgf.m sedangkan *intake manifold* variasi 1 (sudut kelengkungan 180°) 0,73-0,76 kgf.m dengan persentase kenaikan 0,85-2,75%. Putaran 4000-5000 mengalami penurunan untuk *intake manifold* standar 0,62 kgf.m sedangkan *intake manifold* variasi 3 sebesar 0,64-0,616 kgf.m dengan persentase kenaikan 2,33--0,41%. Dari perbandingan diatas variasi 1 lebih baik dari pada standar pada putaran mesin rendah, hal ini disebabkan pada *intake manifold* variasi menimbulkan aliran udara bahan bakar swirl selama lengkungan atau timbulnya turbolensi aliran.

Pada putaran 5500-7000 rpm *intake manifold* standar mengalami penurunan torsi dari 0,608-0,50 kgf.m sedangkan pada *intake manifold* variasi 1 mengalami penurunan dari 0,61-0,51 kgf.m. Persentase peningkatan sebesar 1,03% sampai 1,59%.

Pada putaran tinggi 7500-9000 rpm torsi mengalami penurunan baik pada *intake manifold* standar maupun pada variasi 1. Untuk *intake manifold* standar mengalami penurunan dari 0,447-0,25 kgf.m sedangkan pada variasi 1 sebesar 0,45-0,26 kgf.m. variasi 1 memiliki peningkatan sebesar 0,66% sampai 4,29%.

Dari semua *intake manifold*, variasi 1 mengalami peningkatan torsi rata-rata sebesar 1,32%, sedangkan pada variasi 2 dan 3 mengalami penurunan torsi rata-rata sebesar 4,93% dan 2,25%. Penurunan torsi diakibatkan udara dan bahan bakar yang mengalami penurunan kecepatan distribusi akibat sudut yang dibentuk oleh lengkungan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Zainudin, dkk (2012) dengan hasil penelitian yaitu semakin besar sudut sambungan belokan pipa maka kecepatan air semakin

kecil, dan sebaliknya semakin kecil sudut sambungan belokan pipa kecepatan air semakin besar.

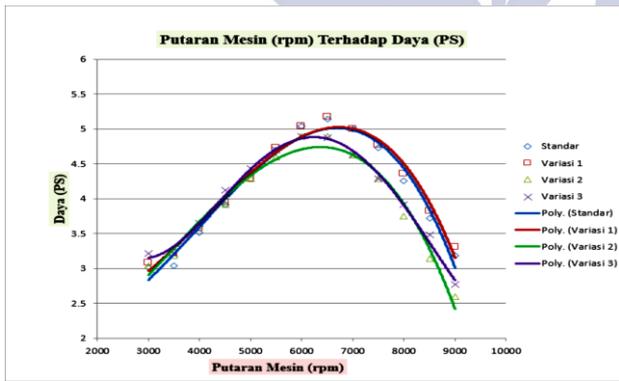
Hasil Pengujian Daya Variasi Sudut Kelengkungan Intake Manifold dan Standar

Perubahan daya efektif pada intake manifold standar dan intake manifold variasi 1, 2, 3 pada motor Honda Supra X tahun 2002, dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perubahan Daya Efektif Dari Variasi Sudut Intake Manifold.

putaran (rpm)	daya efektif (PS)			persentase perubahan daya (Δ%)			
	Standar	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3
3000	3,01	3,08	3,04	3,21	2,33	1,00	6,64
3500	3,04	3,21	3,18	3,21	5,59	4,61	5,59
4000	3,51	3,58	3,62	3,65	1,99	3,13	3,99
4500	3,92	3,95	3,92	4,12	0,77	0	5,10
5000	4,36	4,29	4,29	4,43	-1,61	-1,61	1,61
5500	4,70	4,73	4,60	4,70	0,64	-2,31	0
6000	5,04	5,04	4,90	4,90	0,00	-2,76	-2,78
6500	5,14	5,17	4,90	4,87	0,58	-4,67	-5,25
7000	5,00	5,00	4,63	4,63	0,00	-7,40	-7,40
7500	4,73	4,77	4,29	4,29	0,85	-9,30	-9,40
8000	4,26	4,36	3,75	3,92	2,35	-11,97	-7,98
8500	3,72	3,82	3,14	3,48	2,69	-15,59	-6,45
9000	3,18	3,31	2,60	2,77	4,09	-18,24	-12,89
Rata-rata					1,56	-5,00	-2,24

Dari data tabel di atas, apabila dibuat dalam bentuk grafik akan terlihat seperti gambar berikut.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Putaran Mesin Terhadap Daya Efektif

Berdasarkan gambar 8, pada putaran 3000-6500 rpm kelompok standar mengalami peningkatan daya dari 3,01 sampai 5,14 PS. Pada putaran 7000-9000 rpm daya efektif mengalami penurunan dari 5,00 menjadi 3,18 PS. Hal ini terjadi disebabkan daya memiliki keterkaitan dengan torsi. Pada putaran mesin tinggi daya efektif mengalami penurunan akibat adanya efek daya gesekan yang signifikan. Daya mesin meningkat seiring dengan peningkatan torsi dan putaran mesin. Titik puncak daya

mesin terjadi diantara putaran mesin rata-rata dengan daya rata-rata. Disebabkan subtansi torsi menurun, daya yang dibangkitkan menurun pada putaran yang sangat tinggi. (Bosch, Robert 2006:25)

Pada kelompok variasi 1, 2 dan 3 mengalami peningkatan pada putaran 3000-6500 rpm, sedangkan pada putaran 7000-9000 rpm cenderung mengalami penurunan yang drastis. Variasi 1 (sudut kelengkungan 180°) pada putaran 3000-6500 rpm terjadi peningkatan 3,08 sampai 5,17 PS, sedangkan 7000-9000 rpm terjadi penurunan 5,0 sampai 3,31 PS. Variasi 2 (sudut kelengkungan 225°) pada putaran 3000-6500 rpm terjadi peningkatan 3,04 sampai 4,90 PS, sedangkan pada putaran 7000-9000 rpm 4,63 sampai 2,60 PS. Variasi 3 (sudut kelengkungan 270°) pada putaran 3000-6000 rpm terjadi peningkatan 3,21 sampai 4,90 PS, sedangkan pada putaran 6500-9000 rpm terjadi penurunan 4,87 sampai 2,77 PS. Dari ketiga variasi yang memiliki daya efektif terbaik adalah variasi 1 dengan nilai 5,17 PS pada putaran 6500 rpm. Hal ini terjadi diakibatkan pada variasi kedua dan ketiga terdapat ruang pusing yang dapat menumpuk aliran bahan bakar dan udara akibat dari sudut lekungan sehingga diperlukan waktu yang lebih lama untuk mencapai ruang bakar.

Dari hasil penelitian dan pembahasan dari grafik 8 tentang perbandingan intake manifold standar dengan ketiga variasi didapatkan bahwa penggunaan intake manifold yang cenderung mengalami peningkatan yaitu menggunakan variasi 1 sedangkan pada variasi 2 dan 3 cenderung mengalami penurunan, hal ini dapat dilihat pada tabel 2.

Pada putaran mesin 3000-5000 rpm, intake manifold standar mengalami kenaikan daya efektif sebesar 3,01-4,36 PS sedangkan pada intake manifold variasi 1 (sudut kelengkungan 180°) mengalami kenaikan daya efektif sebesar 3,08-4,29 PS. Peningkatan daya ditandai dengan kecepatan pada saat daya pengereman meningkat sampai maksimum dan selanjutnya mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena daya gesekan meningkat sejalan dengan peningkatan kecepatan mesin

sampai daya tertinggi dan menjadi dominan pada kecepatan tinggi. Pada putaran mesin rendah daya gesekan pada ruang bakar kecil dan kebutuhan campuran udara bahan bakar dapat terpenuhi sehingga daya mengalami peningkatan. Prosentase peningkatan variasi 1 terhadap standar tertinggi sebesar 5,59% pada putaran 3500.

Pada putaran menengah 5500-7000 rpm daya maksimum tercapai, untuk *intake manifold* standar daya efektif maksimum tercapai pada putaran 6500 dengan nilai sebesar 5,14 PS sedangkan pada *intake manifold* variasi 1 daya efektif maksimum tercapai pada putaran 6500 dengan nilai sebesar 5,17 PS. Hal ini terjadi disebabkan *intake manifold* variasi 1 memiliki sudut kelengkungan untuk menciptakan swirl (aliran turbulente) sehingga udara dan bahan bakar lebih homogen.

Pada putaran tinggi 7500-9000 rpm *intake manifold* standar dan variasi 1 mengalami penurunan. Untuk *intake manifold* standar penurunannya mulai dari 4,73 PS sampai 3,18 PS, sedangkan pada *intake manifold* variasi 1 penurunannya sebesar 4,77 PS sampai 3,31 dengan persentase sebesar 0,85% sampai 4,09%. Penurunan daya efektif disebabkan pada putaran tinggi daya gesekan semakin besar sehingga kerugian pada pembakaran meningkat.

Dari hasil penelitian diperoleh daya rata-rata variasi 1 meningkat sebesar 1,56% sedangkan variasi 2 dan 3 mengalami penurunan daya efektif rata-rata sebesar -5,00 dan -2,24. Penurunan disebabkan oleh torsi pada variasi 2 dan 3 mengalami penurunan. Tidak hanya itu saja distribusi pasokan bahan bakar dan udara mengalami penurunan sesuai dengan penelitian Zainudin, dkk (2012) dengan hasil yaitu semakin besar sudut belokan sambungan pipa maka semakin sedikit debit air yang dihasilkan sedangkan semakin kecil sudut belokan pipa maka semakin besar debit aliran air yang dihasilkan.

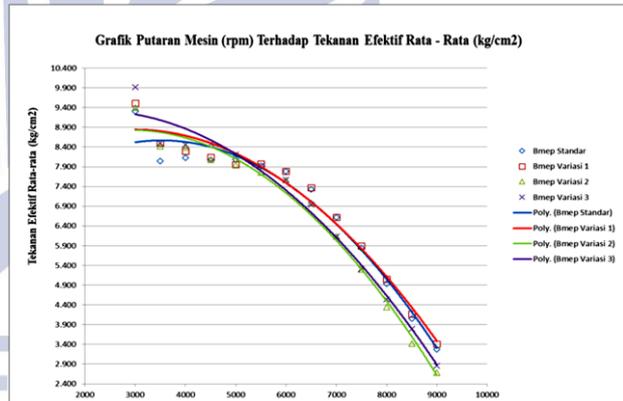
Hasil Pengujian Variasi Sudut Kelengkungan *Intake Manifold* Terhadap Tekanan Efektif Rata-Rata (Bmep)

Perubahan tekanan efektif rata-rata pada intake manifold standar dan variasi 1, 2, dan 3 pada motor Honda Supra X tahun 2002, dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 3. Perubahan Tekanan Efektif Rata-Rata (Bmep) Dari Variasi Sudut Kelengkungan *Intake Manifold*.

putaran (rpm)	Bmep				Persentase perubahan Bmep(A%)		
	Standar	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3
3000	9.300	9.516	9.392	9.918	2,33	1,00	6,64
3500	8.051	8.501	8.421	8.501	5,59	4,61	5,59
4000	8.133	8.296	8.388	8.458	1,99	3,13	3,99
4500	8.074	8.136	8.074	8.486	0,77	0,00	5,10
5000	8.082	7.953	7.953	8.212	-1,61	-1,61	1,61
5500	7.921	7.971	7.752	7.921	0,64	-2,13	0,00
6000	7.786	7.786	7.571	7.570	0,00	-2,76	-2,78
6500	7.329	7.372	6.987	6.944	0,58	-4,67	-5,25
7000	6.621	6.621	6.131	6.131	0,00	-7,40	-7,40
7500	5.846	5.895	5.302	5.302	0,85	-9,30	-9,30
8000	4.936	5.051	4.345	4.542	2,35	-11,97	-7,98
8500	4.056	4.166	3.424	3.795	2,69	-15,59	-6,45
9000	3.275	3.409	2.678	2.853	4,09	-18,24	-12,89
Rata-rata					1,56	-4,99	-2,24

Dari data pada tabel di atas, apabila di buat dalam bentuk grafik akan terlihat seperti gambar berikut.



Gambar 9. Grafik Putaran Mesin Terhadap Tekanan Efektif Rata-Rata.

Berdasarkan gambar 9 pada putaran 3000-9000 *intake manifold* standar mengalami penurunan. Hal ini disebabkan tekanan efektif rata-rata terpengaruh oleh volume campuran udara bahan bakar dan kerja pada satu siklus, sedangkan pada putaran tinggi tidak cukup waktu untuk mengisi penuh silinder sehingga tekanan efektif rata-rata pada putaran tinggi cenderung menurun. Pada putaran 3000 sampai 9000 *intake manifold* standar memiliki tekanan efektif rata-rata sebesar 9,300 kg/cm² sampai 3,275 kg/cm².

Pada kelompok variasi 1, 2 dan 3 mengalami peningkatan tekanan efektif rata-rata maksimum didapatkan pada putaran awal yaitu pada 3000 rpm. Pada variasi 1 dengan nilai sebesar 9,516 kg/cm², pada variasi 2 dengan nilai sebesar 9,392 kg/cm², dan pada variasi 3 dengan nilai sebesar 9,918 kg/cm². Pada putaran rendah variasi 3 memiliki nilai tekanan efektif rata-rata paling tinggi yaitu sebesar 9,918 kg/cm² sampai 2,853 kg/cm² dibandingkan dengan kedua variasi yang lain. Hal ini bias terjadi diakibatkan terbentuknya aliran turbulen selama pergerakan udara bahan bakar didalam lengkungan *intake manifold* akan tetapi pada putaran menengah dan tinggi mengalami penurunan yang drastis akibat terlalu panjang *intake manifold* sehingga tidak cukup waktu mengisi udara didalam silinder. Pada variasi 2 memiliki tekanan efektif rata-rata yang paling rendah dikarenakan terdapat ruang pusar pada intake manifold sehingga mengganggu jalannya aliran bahan bakar dan udara yang akan masuk kedalam silinder mesin, sedangkan pada variasi 1 penurunan lebih stabil dikarenakan *intake manifold* lebih pendek daripada kedua variasi yang lain. Sesuai dengan tabel 4.7 yang memiliki tekanan efektif rata-rata terbaik adalah pada variasi 1. Tekanan efektif rata-rata diperoleh dari rumus yang menggunakan daya efektif dan putaran mesin sebagai pengali dan pembagi sehingga apabila daya efektif meningkat maka tekanan efektif rata-rata juga meningkat.

Pada grafik tekanan efektif rata-rata menunjukkan peningkatan torsi pada variasi 1 (menggunakan intake manifold dengan sudut kelengkungan 180⁰) sedangkan untuk variasi 2 (menggunakan intake manifold dengan sudut kelengkungan 225⁰) dan untuk variasi 3 (menggunakan intake manifold dengan sudut kelengkungan 270⁰) tekanan efektif rata-rata mengalami peningkatan pada putaran rendah sampai menengah jika dibandingkan dengan kelompok standar.

Peningkatan tekanan efektif rata-rata pada variasi 1 secara keseluruhan sebesar 1,59%, sedangkan pada variasi 2 dan 3 mengalami penurunan sebesar 4,99%

dan 2,24%. Penurunan disebabkan oleh menurunnya daya efektif dan torsi pada kedua variasi sehingga tekanan efektif rata-rata mengalami penurunan.pembakaran sempurna tidak tercapai.

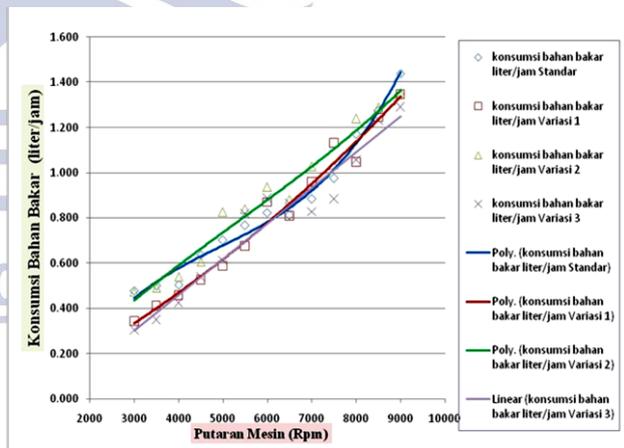
Hasil Pengujian Variasi Sudut Kelengkungan Intake Manifold Konsumsi Bahan Bakar (fc)

Perubahan konsumsi bahan bakar pada intake manifold standar dan variasi 180, 225, dan 270 pada motor Honda Supra X tahun 2002, dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4.Perubahan Konsumsi Bahan Bakar (Fc) Dari Variasi Sudut Kelengkungan *Intake Manifold*.

putaran (rpm)	fc				Persentase perubahan fc(Δ%)		
	Standar	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3
3000	0.479	0.344	0.472	0.305	-28.05	-1.33	-36.23
3500	0.499	0.412	0.489	0.350	-17.43	-2.00	-29.81
4000	0.504	0.457	0.540	0.426	-9.21	7.15	-15.53
4500	0.639	0.526	0.606	0.538	-17.71	-5.11	-15.77
5000	0.702	0.587	0.826	0.612	-16.43	17.54	-12.86
5500	0.768	0.675	0.838	0.819	-12.04	9.12	6.72
6000	0.824	0.869	0.936	0.888	5.47	13.56	7.75
6500	0.812	0.809	0.883	0.865	-0.31	8.73	6.59
7000	0.884	0.959	1.028	0.827	8.40	16.28	-6.51
7500	0.975	1.131	1.035	0.885	16.04	6.25	-9.19
8000	1.171	1.047	1.239	1.056	-10.57	5.83	-9.78
8500	1.277	1.245	1.289	1.233	-2.54	0.93	-3.45
9000	1.440	1.347	1.354	1.292	-6.44	-5.94	-10.31
Rata-rata					-6.98	5.46	-9.88

Dari data pada tabel di atas, apabila di buat dalam bentuk grafik akan terlihat seperti gambar berikut.



Gambar 10. Grafik Putaran Mesin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar.

Berdasarkan gambar di atas *intake manifold* standar mengalami kenaikan konsumsi bahan bakar pada putaran rendah sampai putaran tinggi dengan nilai sebesar 0,478 sampai 1,447 liter/jam. Peningkatan konsumsi bahan

bakar disebabkan kerugian gesekan yang semakin besar. Pada putaran mesin rendah, satu putaran persiklus lebih lama sehingga panas menghilang menyebabkan konsumsi bahan bakar meningkat.

Secara umum, terjadi penurunan konsumsi bahan bakar pada variasi 180° dan 270°, sedangkan pada variasi 225° terjadi peningkatan konsumsi bahan bakar, hal ini disebabkan karena terdapat ruang penahan pada manifold sehingga meningkatkan distribusi campuran bahan bakar untuk melanjutkan aliran dan juga keterlambatan aliran masuk kedalam ruang bakar.

Penurunan konsumsi bahan bakar rata-rata pada variasi 1 dan 3 sebesar 6,985% dan 9,876%, sedangkan untuk variasi 2 mengalami peningkatan konsumsi bahan bakar rata-rata sebesar yaitu 5,462%. Hal ini dibuktikan pada lampiran 6 lambda standar rata-rata sebesar 0,906. Sedangkan lambda rata-rata pada variasi 1 dan 3 sebesar 0,968 dan 0,928 artinya campuran udara dan bahan bakar mendekati *stoichiometric* sehingga dihasilkan pembakaran yang lebih sempurna jika dibandingkan dengan keadaan standar. Hal ini yang menyebabkan turunnya konsumsi bahan bakar. Pada variasi 2 sebesar 0,879 konsumsi bahan bakar meningkat dibandingkan keadaan standar. Hal ini disebabkan campuran udara dan bahan bakar cenderung kaya.

PENUTUP

Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan peningkatan performa mesin terjadi pada variasi 1 dengan sudut kelengkungan 180° dengan peningkatan torsi rata-rata sebesar 1,32%, daya efektif rata-rata sebesar 1,56%, tekanan efektif rata-rata sebesar 1,56% dan penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 6,98%.

Sedangkan pada Variasi 225° dan 270° performa mesin cenderung menurun, dengan penurunan torsi rata-rata sebesar 4,93% dan 2,25%, Daya efektif rata-rata sebesar 5,00% dan 2,25%, tekanan efektif rata-rata sebesar 5,00% dan 2,25%. Pada konsumsi bahan bakar variasi 225° mengalami peningkatan konsumsi bahan bakar sebesar 5,46%.

Saran

Dari serangkaian pengujian, perhitungan dan analisa data serta pengambilan simpulan yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Untuk penelitian selanjutnya diharapkan membuat *design intake manifold* dengan sudut *elbow* sebesar 45°.
- Penelitian ini menggunakan sepeda motor dengan mesin standar 100 cc, sehingga diharapkan ada penelitian lanjutan dengan menggunakan mesin yang lebih besar.
- Penelitian ini hanya membahas performa mesin sehingga perlu adanya penelitian mengenai emisi gas buang yang dihasilkan.
- Perlu adanya perbaikan desain sudut kelengkungan *intake manifold* dengan rentang yang lebih sempit.
- Untuk penelitian selanjutnya diharapkan meneliti karakteristik aliran dengan melakukan simulasi menggunakan CFD atau memfoto karakteristik aliran secara langsung di *intake manifold*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bosch, Robert, 2006. *Gasoline Engine Management*. Cambridge, MA 02138 Peraturan.
- Heisler, Heinz. 1995. *Advanced Technology*. India: Integra software Service Pvt. Ltd.
- Obert, Edward F. 1973. *Internal Combustion Engines and air pollution (3rd Ed)*. New York: Harper & Row Publishers, Inc.
- Sholeh, Zainal 2004. *Pengaruh Panjang Intake Manifold Terhadap Daya Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Winarto, Eko 2014. *Pengaruh Modifikasi Sudut Kelengkungan Intake Manifold terhadap Performa Mesin Pada Sepeda Motor Empat Langkah*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Zainudin, dkk 2012. *Analisa Pengaruh Variasi Sudut Sambungan Belokan Terhadap Head Losses Aliran Pipa*. Fakultas Teknik Universitas mataram
- <http://yefrichan.wordpress.com/2011/01/12/pengertian-daya-atau-tenaga/>, diakses pada 16 januari 2014
- http://www.motoracetuner.com/2013/04/perbandingan_campuran_bahan_bakar_dan_udara_di_karburator.html, diakses pada 02 mei 2014