

MODIFIKASI INTAKE MANIFOLD DENGAN VARIASI SUDUT PUTAR TERHADAP PERFORMA MESIN HONDA SUPRA X TAHUN 2002

Fatkur Rohman

S1 Pendidikan Teknik Mesin Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: fatkurrohman@mhs.unesa.ac.id

Priyo Heru Adiwibowo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: Priyoheruadiwibowo@unesa.ac.id

Abstrak

Banyaknya peminat sepeda motor sehingga industri mengembangkan kendaraan bermotor tersebut semakin baik lagi. Untuk mendapatkan daya atau *power* yang besar diperlukan campuran udara dan bahan bakar yang sempurna. *Intake manifold* merupakan bagian kendaraan tempat mengalirnya udara dan bahan bakar dari karburator menuju ruang pembakaran melalui katup masuk. Untuk mendapatkan aliran turbulent 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 lengkungan *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 putar 0° , kelompok eksperimen meliputi variasi ke-1 dengan sudut putar 125° , variasi ke-2 dengan sudut putar 150° dan variasi ke-3 dengan sudut putar 175° . Standar pengujian performa mesin adalah SAE J1349 dengan katup terbuka penuh. Pengujian menggunakan *chasis dynamometer*, *fuel meter*, *rpm couter*, *oil temperature meter*, dan *4 in 1 multi function enviroment meter*. Analisa data dilakukan dengan metode deskriptif dengan 3500-9000 rpm pada beban penuh untuk mengetahui torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan tekanan efektif rata-rata. Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa menggunakan *intake manifold* variasi 125° , 150° , dan 175° dapat meningkatkan performa dan efisiensi Honda Supra X tahun 2002 dibandingkan menggunakan intake manifold standar. Peningkatan prosentase tertinggi rata-rata terjadi pada variasi 175° , dan mendapatkan hasil torsi sebesar 25,28%. Daya meningkat sebesar 23,9%, tekanan efektif rata-rata meningkat sebesar 25,20%. Sedangkan penurunan konsumsi bahan bakar terendah mengacu torsi, daya dan tekanan efektif rata-rata pada variasi 125° , dengan hasil penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 15,65%.

Kata kunci: *Intake manifold*, performa mesin dan sudut putar

Abstract

The number of motorcycle enthusiasts so that the industry develops motor vehicles is getting better again. To get the power or power of the required mixture of air and fuel is perfect. The intake manifold is the part of the vehicle where the air and fuel flow from the carburetor go into the combustion chamber through the inlet valve. To get turbulent flow required a modification on the engine, one of the modifications on the intake manifold. If the fuel flow becomes turbulent then the fuel mixture becomes homogeneous or perfect. To do that research by changing the curve intake manifold with the aim of knowing how much influence on torque, power, fuel consumption, and average effective pressure. The study included a standard group with a rotation angle of 0° , the experimental group consisting of the 1st variation with 125° turn angle, the 2nd variation with the rotation angle 150° and the 3rd variation with 175° rotary angle. Standard engine performance testing is SAE J1349 with full open valve. Testing using chassis dynamometer, fuel meter, rpm couter, oil temperature meter, and 4 in 1 multi function enviroment meter. Data analysis was performed by descriptive method with 3500-9000 rpm at full load to know torque, power, fuel consumption and average effective pressure. The result data obtained in the table and displayed in graphical form is further described with simple sentences. Based on the results of the study, it was concluded that using intake manifold of 125° , 150° , and 175° variations can improve the performance of Honda Supra X engine in 2002. The highest average percentage increase occurred at 175° variation, and got the result of torque of 25.28%. Power increased by 23.9%, average effective

pressure increased by 25.20%. While the lowest decrease in fuel consumption refers to torque, power and average effective pressure on 125° variation, with a decrease in fuel consumption by 15.65%.

Keywords: Intake manifold, engine performance and turning angle

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.

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.

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.

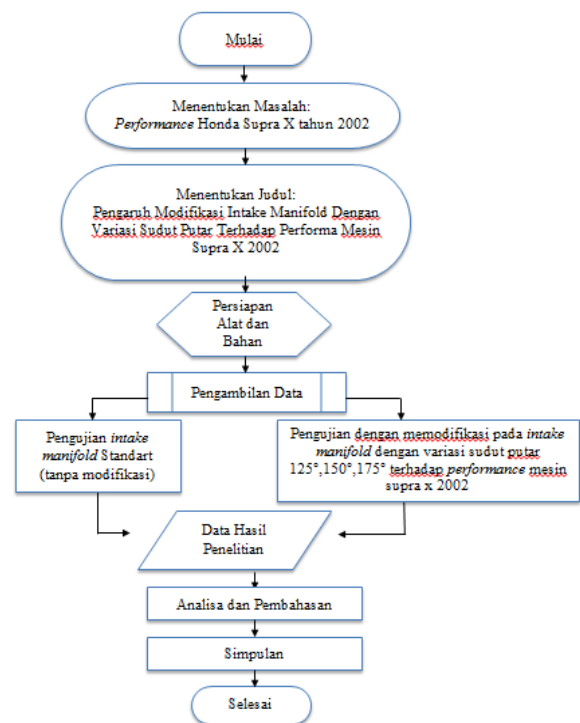
Penelitian yang di lanjutkan oleh Bayu Argo (2009) pada motor Honda Supra X tahun 2002 bahwa penggunaan intake manifold pada variasi 180° dan variasi 270° lebih baik dibandingkan dengan intake manifold standar dari segi performa mesin, sedangkan pada variasi 225° terjadi penurunan performa mesin. Masing-masing mengalami peningkatan yang terjadi pada Torsi, daya efektif, dan tekanan efektif rata-rata sebesar 1,32%,

1,56%, 1,56%. Sedangkan konsumsi bahan bakar (fc) rata-rata turun sebesar 6,985%. Penelitian ini sudah memodifikasi kelengkungan intake manifold akan tetapi masih belum maksimal pada sudut kelengkungannya.

Berdasarkan penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa memodifikasi sudut kelengkungan pada intake manifold sangat berpengaruh terhadap performance pada kendaraan bermotor. Maka peneliti mengambil celah dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Peneliti mengambil judul yaitu: Modifikasi Intake Manifold Dengan Sudut Putar (120°, 150°, dan 175°) Terhadap Performance Mesin Honda Supra X Tahun 2002

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Desain 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.

- **Bentuk intake manifold standar.**



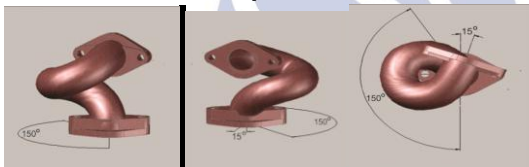
Gambar 2. Intake manifold standar
Pandangan belakang

- **Bentuk intake manifold variasi 1.**



Gambar 3. Intake manifold modifikasi sudut putar 125°
pandangan belakang, atas dan samping

- **Bentuk intake manifold variasi 2.**



Gambar 4. Intake manifold modifikasi sudut putar 150°
pandangan, belakang dan samping

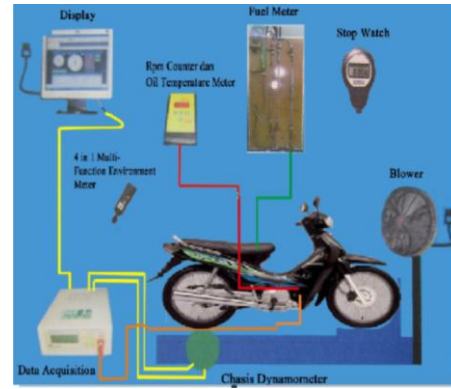
- **Bentuk intake manifold variasi 3.**



Gambar 5. Intake manifold modifikasi sudut putar 175°

Obyek, Peralatan, dan Instrumen Penelitian

Obyek, peralatan dan instrumen penelitian adalah obyek, peralatan dan alat ukur /alat uji yang digunakan untuk mendapatkan data penelitian. Dapat dilihat pada gambar 3.5 di bawah ini tentang skema instrumen penelitian.



Gambar 6. Skema uji performa mesin Supra X tahun 2002

Keterangan gambar:

Obyek penelitian

Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah Honda Supra X 100 cc tahun 2002 dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Kapasitas tangki BB : 3.7 liter
- Kapasitas oli mesin : 0.7 liter pada penggantian periodik
- Tipe mesin : 4 Stroke, SOHC, pendingin udara
- Diameter x langkah : 50 x 49.5 mm
- Volume langkah : 97.1 cc
- Perbandingan kompresi : 9 : 1
- Daya maksimum : 7.3 PS / 8000 rpm
- Torsi maksimum : 0.74 kgf.m / 6000 rpm
- Tipe Kopling :
- Aki : 12 V – 3.5 Ah
- Data performa Mesin Honda Supra X tahun 2002

Tabel 3.1 Skema flow chart Data Perhitungan menggunakan intake manifold standart

No	RPM	Standar			
		Torsi	Daya Efekif	Konsumsi Bahan Bakar	Tekanan Efekif Rata-rata
1	3500	0,74	3,04	0.499	8.051
2	4000	0,62	3,51	0.504	8.133
3	4500	0,62	3,92	0.639	8.074
4	5000	0,62	4,36	0.702	8.082
5	5500	0,608	4,70	0.768	7.921
6	6000	0,60	5,04	0.824	7.786
7	6500	0,55	5,14	0.812	7.329
8	7000	0,50	5,00	0.884	6.621
9	7500	0,447	4,73	0.975	5.846
10	8000	0,32	4,26	1.171	4.936
11	8500	00,31	3,72	1.277	4.056
12	9000	00,25	3,18	1.440	3.275

Instrumen Penelitian

➤ Chasis Dynamometer

Chasis Dynamometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur torsi yang dihasilkan mesin.

- Nama : Rextro Pro – Dyno
- Tegangan : 220 V 50/60 Hz
- Range Operasi : 6.000 rpm dengan 150 gigi
- Kemampuan : 15 KHz
- Tipe Sensor : Digital Pick – Up
- Tipe Input : Logical Level (aktif pada tingkat tinggi)
- Produksi : PT. Rextor Technology Indonesia

➤ Rpm counter dan oil temperature meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur putaran mesin. Adapun spesifikasi sebagai berikut:

- Merk : Daytona
- Tipe : Digital Technometer
- No Seri : 294
- Tahun Pembuatan : 2008
- Pembuatan : Jepang
- Rpm Counter : 0
- ÷ 19.990 Rpm
- Resulation : 10 Rpm
- Temperature Meter : 0 ÷ 40oC

➤ Oli Temperature meter: Alat yang digunakan untuk mengukur temperatur mesin.

- Rpm Measurement Range : 0 ÷ 9990 Rpm
- Oli Temperature Meter : 50 ÷ 250oC
- Power Supply : 12V AC power supply vehicle

➤ 4 in 1 Multi-Function Environment Meter

4 in 1 Multi-Function Environment Meter merupakan alat yang mempunyai empat fungsi khusus, yaitu mengukur kebisingan (*sound level meter*), mengukur intensitas cahaya (*light meter*), mengukur kelembapan udara (*humidity meter*), dan mengukur temperatur (*temperature meter*).

Prosedur Penelitian

Proses pengambilan data dilakukan pada putaran 3500 rpm – 9000 rpm dengan kelipatan 500. Sempel yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin Honda Supra X tahun 2002.

Pengujian Performa Mesin

- Menghidupkan mesin kendaraan sampai temperatur $\geq 60^\circ\text{C}$
- Memposisikan putaran mesin idle putaran 1500 rpm.
- Menaikkan putaran mesin hingga mencapai 3500 rpm hingga mencapai putaran 9000 rpm, dan menekan tombol start untuk perekaman data.

- Melakukan percobaan dari standar sampai variasi 3 secara bergantian.
- Pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing intake manifold.
- Pengujian dari variasi satu ke variasi berikutnya sebaiknya dilakukan istirahat (break) selama ± 10 menit, agar suhu panas pada mesin berkurang atau dingin. Bersamaan dengan itu dilakukan pemasangan intake manifold dengan design berbeda.

Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

- Menyalakan blower.
- Menghidupkan mesin kendaraan sampai temperatur $60^\circ - 70^\circ\text{C}$ atau sesuai rekomendasi manufaktur dan sistem asesori dalam kondisi mati.
- Memposisikan gigi transmisi pada kondisi netral dengan putaran idle 1400 ± 100 rpm.
- Memasukkan gigi transmisi pada posisi 4 (top gear).
- Mengukur konsumsi bahan bakar pada putaran 3500 – 9000 rpm dengan range 500 rpm.
- Mencatat waktu bahan bakar (ml/detik).
- Melakukan percobaan dari standar sampai variasi 3 secara bergantian.
- Pengujian dan pengambilan data dilakukan minimal tiga kali untuk masing-masing kondisi agar didapatkan data yang valid.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian dan Pembahasan Torsi Mesin

Dari hasil penelitian terhadap *intake manifold* variasi ke-1 (sudut putar 125°), variasi ke-2 (sudut putar 150°) dan variasi ke-3 (sudut putar 175°) yang dilakukan di Banyuwangi Motor Jl Undaan Kulon 115-117 Surabaya, diperoleh data pengujian meliputi torsi dan daya sedangkan pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan di Laboratorium Pengujian Performa Mesin Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya (UNESA) pada sepeda motor Honda Supra X tahun 2002.

Contoh perhitungan 1 mencari torsi (N.m).

Pada Putaran mesin 3500 rpm, diketahui bahwa pada supra x standar gaya yang bekerja pada pistonnya sebesar 202,02 N dan memiliki panjang lengan piston sebesar 49,5 mm. Untuk mengetahui torsi yang dihasilkan secara teoritis dengan perhitungan sebagai berikut:

$$T = F \times R$$

$$5,0 = F \times 24,75 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$F = \frac{5 \text{ N.m}}{24,75 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

$$F = \frac{5 \text{ N.m} \times 10^3 \text{ m}}{24,75 \text{ m}}$$

$$F = \frac{5000 \text{ N.m}}{24,75 \text{ m}}$$

$$F = 202,02 \text{ N}$$

Dimana:

T = torsi (N.m)

F = gaya yang bekerja pada piston (N)

L = ½ dari panjang langkah piston (m)

$$T = 202,02 \text{ N} \times 24,75 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$T = 5,0 \text{ N.m}$$

Pada Putaran mesin 3500 rpm, torsi yang dihasilkan honda supra x standart adalah sebesar 5,0 N.m. Untuk mengetahui daya yang dihasilkan secara teoritis dengan perhitungan sebagai berikut:

Dimana :

T = torsi (N.m)

N = putaran mesin

$$P \text{ (kW)} = \frac{2\pi \times T \text{ (N.m)} \times N \text{ (rpm)}}{60 \times 1000} \text{ (kW)}$$

$$P \text{ (kW)} = \frac{2\pi \times 5,0 \text{ N.m} \times 3500 \text{ rpm}}{60000} \text{ (kW)}$$

$$P \text{ (kW)} = 1,84 \text{ kW}$$

Pada Putaran mesin 3500 rpm, torsi yang dihasilkan honda supra x standart adalah sebesar 5,0 Nm. Untuk mengetahui Bmep yang dihasilkan secara teoritis dengan perhitungan sebagai berikut:

Dimana :

$$n_R = 2$$

$$V = 0,0907 \text{ dm}^3$$

$$T = 5,0 \text{ Nm}$$

$$\begin{aligned} \text{Mep} &= \frac{6,28 n_R \times T}{V} \\ &= \frac{6,28 (2) \times 5}{0,0907 \text{ dm}^3} \\ &= \frac{6,28}{0,0907 \text{ dm}^3} \\ &= 692,39 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Diketahui N: 1500 rpm, m: 10 ml, t: 157 detik diperoleh satuan ml/detik. Untuk itu dilakukan konversi satuan menjadi liter/jam dengan perhitungan sebagai berikut:

$$F_c = \frac{V}{T}$$

Dimana :

Fc = Konsumsi Bahan Bakar (liter/jam)

V = Volume Bahan Bakar (ml)

t = Waktu yang digunakan (s)

$$\begin{aligned} F_c &= \frac{V}{T} \\ &= \frac{10 \text{ ml}}{157 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ liter}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ jam}} \\ &= 0,22 \text{ liter/jam} \end{aligned}$$

Jadi konsumsi bahan bakar pada putaran 1500 rpm mencapai 0,22 liter/jam

Tabel 1. Hasil Pengujian Torsi

RPM	Standar	Torsi			persentase kenaikan torsi (%)		
		variasi 1 (125°)	variasi 2 (150°)	variasi 3 (175°)	125°	150°	175°
3500	5.0	5.6	6.0	5.5	12.0	20.0	10.0
4000	5.4	6.3	6.4	6.6	16.6	18.5	22.2
4500	5.5	6.2	6.5	6.7	12.7	18.1	21.8
5000	5.1	5.9	6.1	6.4	15.6	19.6	25.4
5500	4.9	5.6	6.0	6.3	14.2	22.4	28.5
6000	4.7	5.3	5.7	6.0	12.7	21.2	27.6
6500	4.2	4.9	5.3	5.5	16.6	26.1	30.9
7000	4.1	4.6	5.1	5.3	12.1	24.3	29.2
7500	3.8	4.2	4.7	5.2	10.5	23.6	36.8
8000	3.4	3.5	4.0	4.2	2.94	17.6	23.5
8500	3.0	2.7	3.3	3.5	-10	10	16.6
9000	2.3	2.2	2.8	3.0	-4.34	21.7	30.4
Rata-rata					9.34	20.30	25.28

Tabel 2. Hasil Pengujian Daya Efektif

RPM	Standar	Daya			persentase perubahan Daya (%)		
		variasi 1 (125°)	variasi 2 (150°)	variasi 3 (175°)	125°	150°	175°
3500	1.84	2.03	2.21	1.91	10.6	20	40.0
4000	2.23	2.60	2.62	2.77	16.4	17.5	24.1
4500	2.53	2.92	3.02	3.11	15.5	19.4	23.3
5000	2.67	3.06	3.19	3.29	14.6	19.2	22.9
5500	2.79	3.19	3.46	3.55	14.0	23.6	27.1
6000	2.87	3.31	3.55	3.73	15.3	23.9	29.9
6500	2.87	3.29	3.63	3.8	14.5	26.4	32.4
7000	3.02	3.36	3.73	3.87	11.3	23.5	28.4
7500	2.99	3.46	3.68	3.80	15.5	22.9	27.0
8000	2.89	3.26	3.31	3.51	12.7	14.4	21.1
8500	2.62	2.40	2.87	3.06	-8.41	9.34	16.8
9000	2.13	2.16	2.62	2.77	1.14	22.9	29.8
Rata-rata					11.1	20.3	23.9

Tabel 3. Hasil Pengujian Tekanan Efektif Rata-rata (bmep)

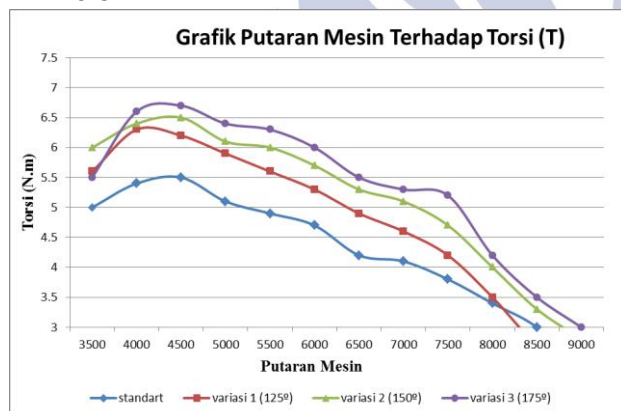
RPM	Standar	Tekanan Efektif Rata-rata (Bmep)			persentase perubahan tekanan efektif rata-rata (%)		
		variasi 1 (125°)	variasi 2 (150°)	variasi 3 (175°)	125°	150°	175°
3500	692.39	775.47	830.80	761.63	12.0	20.0	10.0
4000	747.78	872.41	886.26	913.95	16.6	18.5	22.2
4500	761.63	858.56	900.11	927.80	12.7	18.1	21.8
5000	706.24	817.02	844.71	886.26	15.6	19.6	25.4
5500	678.54	775.47	830.80	872.41	14.2	22.4	28.5
6000	650.80	733.93	789.32	830.80	12.7	21.2	27.6
6500	581.60	678.54	733.93	761.63	16.6	26.1	30.9
7000	567.76	637.00	706.24	733.93	12.1	24.3	29.2
7500	526.21	581.60	650.80	720.08	10.5	23.6	36.8
8000	470.82	484.67	553.90	581.60	2.94	17.6	23.5
8500	415.43	373.8	456.97	484.67	-10.0	10.0	16.6
9000	318.50	304.65	387.73	415.43	-4.34	21.7	30.4
Rata-rata					9.34	20.3	25.2

Tabel 4. Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar (fc)

RPM	Standar	Konsumsi Bahan Bakar (fc)			persentase perubahan konsumsi bahan bakar (%)		
		variasi 1 (125°)	variasi 2 (150°)	variasi 3 (175°)	125°	150°	175°
1500	0.22	0.21	0.21	0.2	4.54	4.55	9.09
2000	0.28	0.23	0.21	0.21	17.85	25.0	25.00
2500	0.33	0.25	0.22	0.22	24.24	33.33	33.33
3000	0.44	0.31	0.29	0.28	29.54	34.09	36.36
3500	0.48	0.35	0.36	0.36	27.08	25.00	25.00
4000	0.55	0.42	0.4	0.41	23.63	27.27	25.45
4500	0.60	0.46	0.42	0.43	23.33	30.00	28.33
5000	0.66	0.52	0.48	0.5	21.21	27.27	24.24
5500	0.68	0.57	0.52	0.58	16.17	23.53	14.71
6000	0.76	0.65	0.6	0.64	14.47	21.05	15.79
6500	0.84	0.7	0.74	0.69	16.66	11.90	17.86
7000	0.94	0.85	0.86	0.79	9.57	8.51	15.96
7500	1.01	0.93	0.96	0.99	7.92	4.95	1.98
8000	1.09	0.98	1.06	1.08	10.09	2.75	0.92
8500	1.18	1.08	1.17	1.15	8.47	0.85	2.54
9000	1.31	1.19	1.3	1.3	9.16	0.76	0.76
Rata-rata					15.65	15.32	14.46

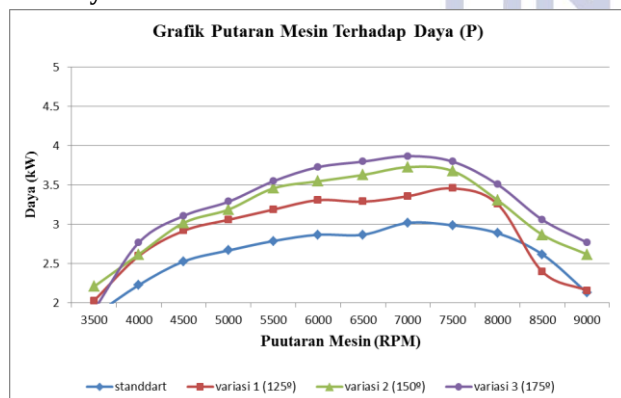
Analisis Intake Manifold Standar dan Variasi

➤ Variasi Sudut Putar Intake Manifold Terhadap Torsi



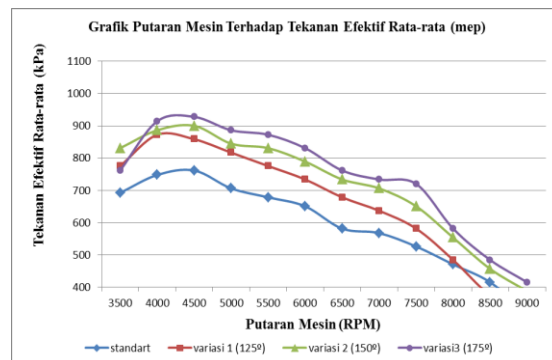
Gambar 8. Grafik putaran mesin terhadap torsi

➤ Variasi Sudut Putar Intake Manifold Terhadap Daya Efektif



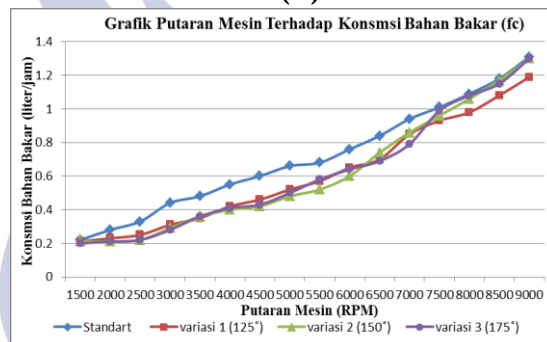
Gambar 9. Grafik putaran mesin terhadap daya

➤ Variasi Sudut Putar Intake Manifold Terhadap Tekanan Efektif Rata-rata



Gambar 10. Grafik putaran mesin terhadap tekanan efektif rata-rata

➤ Variasi Sudut putar Intake Manifold Terhadap Konsumsi Bahan Bakar (fc)



Gambar 7. Hubungan antara putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar

Pembahasan

Torsi Intake manifold standar dan variasi ke-1, 2, dan ke-3

- Pada putaran mesin 3500-9000 rpm

Intake manifold standar memiliki torsi sebesar 5.0-5.5 N.m pada putaran 3500-4500 rpm. Hal ini dikarenakan pergerakan piston yang masih lambat dan kondisi mesin belum panas sehingga campuran udara dan bahan bakar kaya. Torsi maksimum didapat pada putaran 4500 rpm, dikarenakan campuran udara dan bahan bakar homogen, dimana campuran udara dan bahan bakar akan terbakar habis dengan sempurna sehingga menghasilkan torsi sebesar 5.5 N.m. Pada putaran 5000-9000 rpm torsi mengalami penurunan sebesar dari 5.1 sampai 3.0 N.m. Torsi mengalami penurunan dikarenakan mesin tidak memiliki waktu untuk mengisi penuh campuran udara dan bahan bakar pada putaran tinggi.

Sedangkan pada intake manifold variasi ke-1 (sudut putar 125°), variasi ke-2 (sudut putar 150°), dan variasi ke-3 (sudut putar 175°) pada putaran 3500-4500 rpm mengalami peningkatan torsi. Sama halnya dengan keadaan standar torsi maksimum tercapai pada awal putaran mesin sehingga ke-tiga

intake manifold variasi mendapatkan torsi maksimum pada putaran 4500 rpm. Dengan masing-masing variasi memiliki nilai sebesar, 5.6-6.2 N.m, 6.0-6.5 N.m, dan variasi ke-3 5.5-6.7 N.m.

Pada putaran 5000-9000 rpm dari kelompok variasi mengalami penurunan torsi dengan hasil sebesar, variasi ke-1 5.9-2.2 N.m, variasi ke-2 6.0-2.8 N.m, dan variasi ke-3 6.4-3.0 N.m. Karena menurut Bosch (2006:25), pada putaran tinggi torsi mengalami penurunan akibat waktu pembukaan katup masuk yang singkat pada saat pengisian silinder.

Dari kelompok variasi yang memiliki torsi tertinggi yaitu variasi ke-3, hal ini terjadi dikarenakan *intake manifold* variasi ke-3 terjadi aliran *turbulent* dari bentuk sudut putar *intake manifold* yang sudah dimodifikasi sehingga membuat campuran udara dan bahan bakar lebih homogen yang dapat menciptakan pembakaran sempurna.

- Perbandingan *intake manifold* standar dan variasi terbaik

Dari perbandingan di atas disemua kelompok *intake manifold* variasi mengalami peningkatan torsi dibandingkan dengan standar, namun dari ke-tiga variasi yang memiliki torsi tertinggi yaitu variasi ke-3 sesuai dengan gambar grafik 4.1.

Pada putaran 3500-4500 rpm *intake manifold* standar memiliki torsi 5.0-5.5 N.m, variasi ke-3 mengalami kenaikan sebesar 5.5-6.7 Nm dengan kenaikan prosentase 10% sampai 21.8%. Sedangkan pada putaran 5000-9000 rpm *intake manifold* standar maupun variasi cenderung mengalami penurunan torsi, hal ini disebabkan pada putaran tinggi mesin tidak memiliki waktu untuk mengisi campuran udara dan bahan bakar dikarenakan pembukaan katup masuk yang singkat. Untuk manifold standar memiliki torsi 5.1-2.3 N.m, sedangkan variasi 6.1-3.0 N.m.

Dari semua *intake manifold*, variasi ke-1 (sudut putar 125°) mengalami peningkatan prosentase torsi rata-rata sebesar 9.34%, sedangkan pada variasi ke-2 (sudut putar 150°) mengalami peningkatan prosentase torsi sebesar 20.30%, dan variasi ke-3 (sudut putar 175°) mengalami peningkatan prosentase torsi sebesar 25.28%.

Peningkatan torsi rata-rata terjadi pada *intake manifold* variasi, hal ini terjadi karena di kelompok *intake manifold* variasi menimbulkan aliran udara bahan bakar *swirl* atau timbulnya turbulensi aliran, sehingga campuran udara dan bahan bakar lebih homogen yang dapat menyebabkan pembakaran sempurna. 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.

Daya *Intake manifold* standar dan variasi ke-1, 2, dan ke-3

- Pada putaran mesin 3500-9000 rpm

Berdasarkan gambar grafik 4.2, *intake manifold* standar memiliki daya sebesar 2.53 sampai 3.02 kW. Pada putaran mesin 7500-9000 rpm daya efektif mengalami penurunan dari 2.99 menjadi 2.13 kW. Hal ini terjadi disebabkan daya memiliki keterkaitan dengan torsi, pada putaran 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 subtransi torsi menurun, daya yang dibangkitkan menurun pada putaran yang sangat tinggi. (Bosch, Robert 2006:25).

Pada kelompok variasi ke-1, ke-2, dan ke-3 mengalami peningkatan daya efektif pada putaran 3500-7000 rpm, sedangkan pada putaran tinggi daya mengalami penurunan sama halnya dengan *intake manifold* standar. Variasi ke-1 (sudut putar 125°) pada putaran 3500-7000 rpm terjadi peningkatan daya sebesar 2.03-3.36 kW, sedangkan variasi ke-2 (sudut putar 150°) daya efektif meningkat sebesar 2.21-3.73 kW, dan variasi ke-3 (sudut putar 150°) daya efektif mengalami peningkatan sebesar 2.77-3.87 kW. Sedangkan pada putaran 7500-9000 rpm terjadi penurunan daya dengan hasil sebesar variasi ke-1 3.46-2.16 kW, variasi ke-2 terjadi penurunan sebesar 3.68-2.62 kW, dan variasi ke-3 terjadi penurunan sebesar 2.80-2.77 kW. Hal ini dikarenakan gesekan piston dan ring piston terhadap silinder yang terlalu besar menyebabkan tenaga yang sampai ke roda belakang berkurang.

Semakin besar gaya geseknya, semakin berkurang daya yang sampai ke roda belakang, dan suhu berpengaruh terhadap gesekan antara piston, ring piston dan silinder. Semakin panas ruang bakar, maka akan menjadikan ring piston semakin mengembang menjadikan celah piston-silinder semakin sempit, suhu gas pembakaran semakin tinggi, mengakibatkan tekanan semakin tinggi dan gaya tekan ring piston ke dinding silinder juga semakin besar. Efek pelumasan semakin berkurang, sehingga koefisien gesek semakin tinggi karena semakin banyak timbul titik gesek, dan otomatis gaya geseknya juga meningkat.

Dari ke-tiga variasi yang memiliki daya tertinggi adalah variasi ke-3 dengan nilai yang dicapai sebesar 3.87 kW pada putaran mesin 7000 rpm. Hal ini terjadi

dikarenakan pada variasi ke-satu dan ke-dua terdapat ruang puser yang dapat menumpuk aliran bahan bakar dan udara akibat sudut putar sehingga diperlukan waktu yang lebih lama untuk mencapai ruang bakar.

- Perbandingan *intake manifold* standar dan variasi terbaik

Dari perbandingan di atas disemua kelompok *intake manifold* variasi mengalami peningkatan daya efektif dibandingkan dengan standar, namun dari ketiga variasi yang memiliki torsi tertinggi yaitu variasi ke-3 sesuai dengan gambar grafik 4.2.

Pada putaran 3500-7000 rpm intake manifold standar memiliki hasil sebesar 1,84-3.02 kW, sedangkan variasi ke-3 daya efektif meningkat sebesar 2.21-3.36 kW. 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. Peningkatan prosentase tertinggi intake manifold variasi ke-3 terhadap standar yaitu sebesar 32.4% pada putaran 6500 rpm, hal ini terjadi disebabkan variasi ke-3 memiliki sudut putar untuk menciptakan swirl (aliran turbulent) sehingga campuran udara bahan bakar lebih homogen.

Sedangkan pada putaran 7500-9000 rpm intake manifold standar dan variasi ke-3 mengalami penurunan daya efektif dan memiliki hasil sebesar 2.99-2.13 kW, sedangkan intake manifold variasi menurun sebesar 3.80-2.77 kW. Penurunan daya efektif disebabkan pada putaran tinggi daya gesekan semakin besar sehingga kerugian pada proses pembakaran meningkat. Dari semua intake manifold, variasi ke-1 (sudut putar 125°) mengalami peningkatan prosentase daya rata-rata sebesar 11.1%, sedangkan pada variasi ke-2 (sudut putar 150°) mengalami peningkatan prosentase daya rata-rata sebesar 20.3%, dan variasi ke-3 (sudut putar 175°) mengalami peningkatan prosentase daya rata-rata sebesar 23.9%.

Peningkatan daya rata-rata terbesar didapatkan karena campuran udara dan bahan bakar pada intake manifold variasi meningkat karena dari bentuk sudut putar maka campuran tersebut akan terbakar sempurna sehingga akan menghasilkan torsi yang besar pula. Peningkatan torsi tersebut yang akan menambah daya mesin menjadi lebih besar. Secara

umum, memodifikasi sudut putar pada intake manifold Supra X Tahun 2002 dapat menaikkan daya mesin dibandingkan dengan *intake manifold* tanpa di modifikasi atau standar.

Tekanan Efektif Rata-rata *Intake manifold* standar dan variasi ke-1, 2, dan ke-3

- Pada putaran mesin 3500-9000 rpm

Berdasarkan gambar grafik 4.3, *intake manifold* standart memiliki tekanan efektif rata-rata dari 692,39-761,63 kPa, sedangkan pada putaran 5000-9000 rpm terjadi penurunan dari 706,24-415,43 kPa. 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.

Sedangkan pada intake manifold variasi ke-1 (sudut putar 125°), variasi ke-2 (sudut putar 150°), dan variasi ke-3 (sudut putar 175°) pada putaran 3500-4500 rpm mengalami peningkatan tekanan efektif rata-rata. Sama halnya dengan keadaan standar tekanan efektif rata-rata maksimum tercapai pada awal putaran mesin sehingga ke-tiga intake manifold variasi mendapatkan torsi maksimum pada putaran 4500 rpm. Dengan masing-masing variasi memiliki nilai sebesar, variasi ke-1 775.47-858.56 kPa, variasi ke-2 830.80-900.11 kPa, dan variasi ke-3 761.63-927.80 kPa.

Pada putaran 3500-4500 rpm efisiensi volumetrik cukup tinggi, sehingga ada banyak waktu untuk mengisi silinder dengan baik. Hal ini berarti bahwa pengisian penuh dengan campuran udara dan bahan bakar, sehingga tekanan pembakaran akan lebih tinggi dan tekanan efektif rata-rata mesin lebih tinggi. Pada putaran 5000-9000 rpm terjadi penurunan yaitu variasi ke-1 sudut putar 125° turun dari 817.02-373.89 kPa, variasi ke-2 sudut putar 150° turun dari 844.71-387.73 kPa, dan variasi ke-3 sudut putar 175° turun dari 886.26-415.43 kPa.

Dari ketiga variasi yang memiliki prosentase kenaikan tekanan efektif tertinggi adalah variasi ke-3 yaitu memiliki prosentase kenaikan keseluruhan sebesar 25,2%. Hal ini karena pada sudut putar intake manifold terjadi aliran turbulent 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.

- Perbandingan *intake manifold* standar dan variasi terbaik

Dari perbandingan di atas disemua kelompok *intake manifold* variasi mengalami peningkatan tekanan efektif rata-rata dibandingkan dengan standar, namun dari ke-tiga variasi yang memiliki tekanan efektif rata-rata tertinggi yaitu variasi ke-3 (sudut putar 175°). sesuai dengan gambar grafik 4.3.

Pada putaran 3500-4500 *intake manifold* standart memiliki tekanan efektif rata-rata dari 692,39-761,63 kPa sedangkan variasi ke-3 meningkat sebesar 761,63-927,80 kPa dengan prosentase kenaikan 10-21,8%. Dari perbandingan di atas variasi ke-3 lebih baik dari pada *intake manifold* standar pada putaran mesin rendah, hal ini disebabkan pada variasi ke-3 dapat menimbulkan aliran udara bahan bakar swirl atau timbulnya turbulensi aliran, sehingga campuran udara dan bahan bakar lebih homogen yang dapat menyebabkan pembakaran sempurna. Pada putaran tinggi 5000-9000 rpm tekanan efektif rata-rata mengalami penurunan baik pada *intake manifold* standart maupun pada variasi ke-3. Untuk *intake manifold* standar memiliki tekanan efektif rata-rata dengan hasil 706,24-318,50 kPa, sedangkan pada variasi ke-3 sebesar 720,08-415,43 kPa.

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.

Dari semua kelompok variasi prosentase rata-rata meningkat dengan hasil sebesar, variasi ke-1 (sudut putar 125°) tekanan efektif rata-rata sebesar 9,34 %, sedangkan pada variasi ke-2 (sudut putar 150°) tekanan efektif rata-rata sebesar 20,3 %, dan variasi ke-3 (sudut putar 175°) tekanan efektif rata-rata sebesar 25,2 %. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa peningkatan tekanan efektif rata-rata tertinggi yaitu pada variasi ke-3 dengan sudut putar 175° dibandingkan dengan standar.

Konsumsi Bahan Bakar (fc) *Intake manifold* standar dan variasi ke-1, 2, dan ke-3

- Pada putaran mesin 1500-9000 rpm

Berdasarkan gambar 4.4 di atas *intake manifold* variasi mengalami penurunan konsumsi bahan bakar dibandingkan *intake manifold* standar. Pada putaran 1500-7000 rpm variasi ke-1 (sudut putar 125°) mendapatkan hasil 0,21-0,85 liter/jam dengan prosentase penurunan sebesar 4,54 % sampai 9,57%, variasi ke-2 (sudut putar 150°) mendapatkan hasil 0,21-0,86 liter/jam dengan prosentase penurunan sebesar 4,55% sampai 8,51% dan variasi ke-3 (sudut putar 175°) mendapatkan hasil 0,20-0,79 liter/jam

dengan prosentase penurunan sebesar 9,09% sampai 15,96%.

Pada putaran 7500-9000 variasi ke-1 mengalami penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 7,92 % sampai 9,16 %. Variasi ke-2 mengalami penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 4,95% sampai 0,76%. Variasi ke-3 mengalami penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 1,98% sampai 0,76%.

Dari kelompok variasi yang memiliki prosentase penurunan konsumsi bahan bakar terendah adalah variasi ke-1 yaitu memiliki prosentase keseluruhan sebesar 15,65%. Hal ini dikarenakan pada *intake manifold* variasi ke-2 dan ke-3 mengalami peningkatan pada torsi, daya, dan tekanan efektif rata-rata sehingga membuat konsumsi bahan bakar menjadi meningkat/boros.

- Perbandingan *intake manifold* standar dan variasi terbaik

Dari perbandingan diatas disemua kelompok *intake manifold* variasi mengalami penurunan konsumsi bahan bakar dibandingkan dengan standar, namun dari ke-tiga variasi yang memiliki penurunan konsumsi bahan bakar terendah yaitu variasi sudut putar 125° sesuai dengan penurunan prosentase keseluruhan sebesar 15,65%.

Pada putaran mesin 1500-5000 rpm, *intake manifold* standart memiliki konsumsi bahan bakar sebesar 0,22 liter/jam sampai 0,66 liter/jam, sedangkan pada variasi ke-1 konsumsi bahan bakar sebesar 0,21 liter/jam sampai 0,52 liter/jam. Prosentase penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 4,54% sampai 21,21%. *Intake manifold* variasi mengalami penurunan konsumsi bahan bakar yang lebih baik dibandingkan dengan keadaan standar. Hal ini disebabkan aliran turbulent sehingga campuran udara dan bahan bakar di *intake manifold* menjadi homogen dan lebih siap untuk dibakar.

Pada putaran 5500-7000 rpm *intake manifold* standar memiliki konsumsi bahan bakar sebesar 0,68 liter/jam sampai 0,94 liter/jam, sedangkan pada variasi ke-1 konsumsi bahan bakar sebesar 0,57 liter/jam sampai 0,85 liter/jam. Prosentase penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 16,17% sampai 9,57%.

Pada putaran 7500-9000 rpm *intake manifold* standart memiliki konsumsi bahan bakar sebesar 1,01 liter/jam sampai 1,31 liter/jam, sedangkan pada variasi ke-1 konsumsi bahan bakar sebesar 0,93 liter/jam sampai 1,19 liter/jam. Prosentase penurunan konsumsi bahan bakar sebesar 7,92% samai 9,16%

Dari keseluruhan data hasil pengujian di atas, penurunan konsumsi bahan bakar rata-rata tertinggi yaitu pada variasi sudut putar 125° sebesar 15,65%, variasi sudut putar 150° sebesar 15,32%, dan variasi

sudut putar 175° sebesar 14,46%. Itu terjadi karena campuran udara dan bahan bakar menjadi homogen sehingga dihasilkan pembakaran yang lebih sempurna jika dibandingkan dengan *intake manifold* standar.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian, analisa, dan pembahasan, maka diambil kesimpulan penggunaan *intake manifold* variasi 125°, variasi 150°, dan variasi 175° lebih baik dibandingkan dengan *intake manifold* standar dari segi performa mesin dan efisiensi.

- Penggunaan intake manifold variasi 125°, 150° dan variasi 175° dapat meningkatkan torsi Honda Supra X tahun 2002 dengan prosentase masing-masing sebesar 9,34%, 20,30%, 25,28%, dan torsi tertinggi terjadi pada variasi 175° diputar mesin 4500 rpm dengan hasil 6,7 N.m.
- Peningkatan daya yang dicapai dengan menggunakan variasi sudut putar 125°, 150°, dan 175° pada *intake manifold* masing-masing memiliki hasil sebesar 11,1%, 20,3%, dan 23,9%. daya tertinggi terjadi pada variasi 175° pada putaran mesin 7000 rpm dengan hasil 3,87 kw.
- Peningkatan tekanan efektif rata-rata yang dicapai dengan menggunakan variasi sudut putar 125°, 150°, dan 175° pada intake manifold masing-masing memiliki hasil sebesar 9.34%, 20.3%, dan 25.2%. Tekanan efektif rata-rata tertinggi terjadi pada variasi 175° pada putaran 4500 rpm dengan hasil 927,80 kPa.
- Penurunan konsumsi bahan bakar rata-rata pada variasi 125° dengan hasil sebesar 15,65%, sedangkan untuk variasi 150° dan variasi 175° mengalami penurunan rata-rata dengan sebesar 15,65% dan 14,46%. Hal ini dikarenakan adanya peningkatan torsi, daya, dan tekanan efektif rata-rata pada variasi 150° dan variasi 175° sehingga terjadi pemborosan pada konsumsi bahan bakar.

Saran

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

- 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.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Wiranto. 1988. Motor Bakar Torak. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Achmad Ifan Fanani dan Priyo Heru 2016. Pengaruh Pemanfaatan Gas buang Sebagai Pemanas Intake Manifold Dengan Sudut putar 180° Terhadap Performa Honda Supra X Tahun 2002
- Boentarto, Drs, 1993. Cara Pemeriksaan, Penyetelan dan Perawatan Sepeda Motor, Yogyakarta.
- Handoyo, Eka dewi Anggraini. Pengaruh Penghalusan Intake Manifold Terhadap Performansi Motor Bakar Bensin. Fakultas Teknik Universitas Kristen Petra.
- 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 Komsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor. Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Toyota Astra Motor. 1995. Training Manual New Step 2. Jakarta: PT Toyota Astra Motor.
- Tim. 2014. Pedoman Penulisan Skripsi. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Wicaksono, Bayu Argo dan Adiwibowo, Priyo Heru. 2014. "Pengaruh Modifikasi Intake Manifold Dengan Sudut Kelengkungan Sampai $\frac{3}{4}$ Putaran (270°) Terhadap Unjuk Kerja Mesin Supra X Tahun 2002".
- Warju. 2009. Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor. Edisi Pertama. Surabaya: Unesa University Press.
- Warju. 2010. Teknik Pembakaran dan Bahan Bakar. Edisi Pertama. Surabaya: Unesa University Press.
- Winarto Eko, Adiwibowo Priyo Heru 2014. Pengaruh Modifikasi Sudut Kelengkungan Intake Manifold terhadap Performa Mesin Pada Sepeda Motor Empat Langkah. Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.