ARTIKEL

ANALISA PENGARUH PERUBAHAN INTAKE MANIFOLD TERHADAP PERFORMA MESIN SEPEDA MOTOR HONDA SUPRA X 125 CC

ANALISYS THE INFLUENCE OF CHANGED INTAKE MANIFOLD TOWARD THE PERFORMANCES OF HONDA SUPRA X 125 CC MACHINE

Oleh:

ZHAKARIA TOMI ERLANGGA

13.1.03.01.0126

Dibimbing oleh :

1. **FATKUR RHOHMAN, M.Pd.**
2. **M. MUSLIMIN ILHAM, M.T.**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

TAHUN 2017

SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2017

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap	: Zhakaria Tomi Erlangga
NPM	: 13.1.03.01.0126
Telepun/HP	: 081212137021
Alamat Surel (Email)	: nandatomi.21@gmail.com
Judul Artikel	: Analisa Pengaruh Perubahan Intake Manifold Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor Honda Supra X 125 cc.
Fakultas – Program Studi	: Teknik - Teknik Mesin
Nama Perguruan Tinggi	: Universitas Nusantara PGRI kediri
Alamat Perguruan Tinggi	: Jl. K.H Achmad Dahlan No. 76 Kota Kediri

Dengan ini menyatakan bahwa :

a. Artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis**)** dan bebas plagiarisme;
b. Artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggung jawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 7 Juli 2017
Pembimbing I Fatkur Rhohman, M.Pd. NIDN. 0728088503	Pembimbing II M. Muslimin Ilham, M.T. NIDN. 0713088502	Penulis, Zhakaria Tomi Erlangga NPM. 13.1.03.01.0126

ANALISA PENGARUH PERUBAHAN *INTAKE MANIFOLD* TERHADAP PERFORMA MESIN SEPEDA MOTOR HONDA SUPRA X 125 CC

Zhakaria Tomi Erlangga
13.1.03.01.0126
Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin
Email: nandatomi.21@gmail.com
Fatkur Rhohman, M.Pd. dan M. Muslimin Ilham, M.T.

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

Abstrak

Perkembangan dan kemajuan ilmu teknologi didunia otomotif saat ini telah mengalami perkembangan dengan pesat. Hal ini karena persaingan industri otomotif itu sendiri, penemuan dan penciptaan alat-alat transportasi yang terus mengalami kemajuan dan perkembangan dengan baik khususnya sepeda motor. Tujuan penelitian untuk mengetahui dan membuktikan apakah fenomena pengaruh perubahan ukuran intake manifold tersebut dapat mempunyai efek terhadap kenaikan performa mesin yang meliputi daya dan torsi sepeda motor serta efek terhadap efisiensi pemakaian bahan bakar. Desain penelitian menggunakan exsperimen dengan analisa data menggunakan analisis of varians *(Anova)* dan bantuan software *miniTAB16.*

Penelitian dilakukan pada variasi putaran 4000, 4500, 5000, 5500, 6000 rpm dengan interval kenaikan 500 rpm untuk mengetahui torsi, daya dan efisiensi pemakaian bahan bakar. Data hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan hasil pada *intake manifold* dengan diameter *intake* diperbesar 4 mm dengan panjang standart ternyata mempunyai pengaruh terbaik terhadap kenaikan performa mesin, hal tersebut terbukti dengan meningkatnya daya maksium sebesar 8.696 hp dan torsi maximum 1,1 N.m. Namun mengakibatkan menurunnya nilai pemakaian bahan bakar spesifik bila di bandingkan dengan *intake manifold* standart dan *intake manifold* yang diameternya diperbesar 4 mm serta panjangnya di potong 15 mm. Sedangkan untuk efisiensi pemakaian bahan bakar atau *spesific fuel consumtion* (SFC) Pada intake manifold dengan diameter intake lebih besar 4 mm serta panjangnya dipotong 15 mm dapat menghemat pemakaian bahan bakar pada mesin motor bila dibandingkan dengan menggunakan *intake manifold* standart ataupun menggunakan *intake manifold* dengan diameter *intake* diperbesar 4 mm.

Kata Kunci : *Intake Manifold*, performa mesin

I. LATAR BELAKANG

Perkembangan dan kemajuan ilmu teknologi didunia otomotif saat ini telah mengalami perkembangan dengan pesat hal ini dikarenakan persaingan di industri otomotif itu sendiri, penemuan dan penciptaan alat-alat transportasi yang terus mengalami kemajuan dan perkembangan dengan baik khususnya sepeda motor sedikit banyak memberi pengaruh bagi kita. Hal ini dikarenakan sepeda motor merupakan alat transportasi yang banyak digunakan oleh masyarakat karena terbilang lebih murah, lincah dan lebih mudah perawatannya dari pada kendaraan roda empat atau mobil, hal ini terlihat jelas di lapangan dengan semakin banyaknya merek-merek sepeda motor yang bermunculan, namun efisiensi performa mesin menjadi tuntutan utama bagi pengendara motor itu sendiri, seiring dengan hal tersebut banyak sekali saat ini penemuan-penemuan di lapangan bahwa para pengendara motor maupun di bengkel-bengkel sederhana pinggir jalan yang telah melakukan beberapa perubahan-perubahan pada komponen mesinnya dengan harapan dapat meningkatkan performa motornya.

Berbagai macam-macam cara perubahan komponen mesin tersebut antara lain dengan mengurangi ketinggian silinder head yang bertujuan memperbesar kompresi pada ruang bakar, memperbesar volume silinder piston yang bertujuan menambah kapasitas gas ke dalam ruang pembakaran, dan merubah ukuran diameter intake manifold yang bertujuan untuk memperlancar dan mempercepat aliran campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang pembakaran. Namun semua hal tersebut belum terbukti kebenarannya apabila kita belum melakukan sebuah pengujian terlebih dahulu, dikarenakan selama ini mereka hanya menduga-duga dan berdasarkan perkiraan saja tanpa di dukung oleh peralatan pengujian yang memadai. Oleh karena itu penulis akan melakukan penelitian dan menganalisa dengan melakukan rekondisi dengan cara melakukan perubahan ukuran pada diameter intake manifold.

Menurut Subandiyo (2010) *Intake Manifold* adalah saluran penghubung antara karburator dengan ruang bakar. Fungsinya yaitu untuk mendistribusikan campuran bahan bakar dan udara yang diproses oleh karburator keruang bakar, juga sebagai penyangga karburator agar posisinya tetap mendatar. *Intake manifold* terbuat dari paduan alumunium yang dapat memindahkan panas lebih efektif dibandingkan dengan logam yang lainnya.

Ditinjau dari desain, terdapat dua macam intake manifold yaitu bengkok atau melengkung biasanya banyak dipakai oleh sepeda motor empat langkah dengan kontruksi mesin mendatar dan yang berbentuk lurus biasanya dipakai untuk sepeda motor dua langkah dan beberapa motor empat langkah dengan kontruksi mesin tegak.

Dalam penelitian ini menggunakan motor bakar 4 langkah. Menurut (Berenschot 1980). Motor bakar empat langkah termasuk golongan motor pembakaran dalam (*Internale Combustion Engine*) karena proses pembakaran terjadi didalam silinder itu sendiri (didalam ruang bakar) yang mana campuran bahan bakar diatur oleh katup isap dan katup buang.

Dalam motor bakar, bahan bakar umumnya disuplai oleh karburator. Motor bakar merupakan salah satu dari tipe motor pembakaran dalam *(internal combustion engine)*, dimana pembakaran terjadi di dalam motor bakar itu sendiri dan energi panas yang dihasilkan diubah menjadi energi mekanik. Tenaga yang dihasilkan oleh motor bensin didapatkan dari pembakaran yang terjadi di ruang bakar, dimana bahan bakar dan udara yang di kompresikan dibatasi oleh dinding silinder sehingga tekanan di dalam ruang bakar meningkat dan tekanan inilah yang kemudian diubah menjadi tenaga untuk menggerakkan sebuah motor. Pembakaran campuran udara dan bahan bakar yang terjadi di ruang bakar dibantu dengan percikan bunga api dari busi (Gede, 2010).

Dalam penelitian ini memiliki tujuan : (1) Untuk mengetahui dan membuktikan apakah fenomena pengaruh perubahan ukuran intake manifold terhadap daya sepeda motor. (2) Untuk mengetahui dan membuktikan apakah fenomena pengaruh perubahan ukuran intake manifold terhadap torsi sepeda motor. (2)Untuk dapat mengetahui apakah pengaruh perubahan ukuran intake manifold tersebut dapat mempunyi efek terhadap efisiensi pemakaian bahan bakar.

II. METODE PENELITIAN

Tahap pelaksanaan penelitian diawali dengan *study* literatur untuk mendapatkan informasi, data, dan teori yang berkaitan dengan obyek penelitian.

Kemudian dilakukan pembuatan Spesimen dengan perubahan ukuran tinggi dan diameter intake. Spesimen 1 intake manifold standart memiliki tinggi 90,95 mm dan diameter intake 21,50 mm, serta intake manifold spesimen 2 memiliki tinggi 90,95 dan diameter intake 25,50 mm. Sedangkan intake manifold spesimen 3 memiliki tinggi 75,95 mm dan diameter intake 25,50 mm.

Lalu dilanjutkan prosedur penelitian (1) persiapan bahan pengujian yaitu sepeda motor honda supra x 125 cc, intake manifold spesimen 1, spesimen 2, dan spesimen 3. (2) alat pengujian yaitu *Dynotest, stopwatch, tool set* dan gelas ukur. (3) pengujian spesimen, pengambilan data dimulai dari putaran 4000 rpm sampai putaran 6000 rpm dengan interval kenaikan 500 rpm. Pengujian ketiga spesimen tersebut dilakukan dengan alat uji dynotest, setelah mesin sepeda motor dihidupkan dengan putaran tertentu tersebut maka secara otomatis alat uji dynotest mencatat dan menunjukkan data-data daya dan torsi maksimal motor tersebut. Untuk memperoleh data yang lebih spesifik dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali pengujian untuk setiap spesimennya.

Kemudian dilakukan pengujian untuk konsumsi bahan bakar. Pengujian dilakukan menggunakan gelas ukur untuk menakar berat bahan bakar. Kemudian dicatat dengan stopwatch untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan mesin untuk menghabiskan bahan bakar.

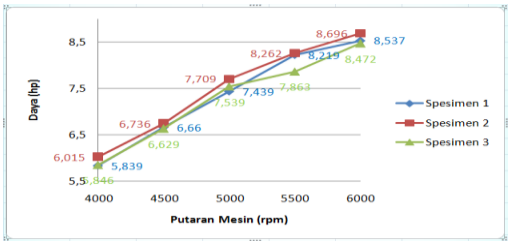
Kemudian untuk teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode statistik *Analysis Of Variance* (ANOVA). Dengan persyaratan uji ANOVA adalah data yang dianalisis harus terlebih dahulu dilakukan uji asumsi IIND (Identik, Independen, dan Distribusi Normal). ANOVA menggunakan taraf signifikan 0,05 atau 5% artinya hipotesis yang diterima sebesar 95% untuk *software* yang digunakan adalah *Minitab 16.*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini adalah pengambilan data *Output* Daya, Torsi dan Efisiensi pemakaian bahan bakar pada sepeda motor honda supra x 125 cc sebagai akibat dari perubahan ukuran intake manifold.

Tabel 1. Data hasil daya rata-rata

No	Keterangan	Putaran mesin (rpm)				
		4000	4500	5000	5500	6000
1	Spesimen 1	5,839	6,660	7,439	8,219	8,537
2	Spesimen 2	6,015	6,736	7,709	8,262	8,696
3	Spesimen 3	5,846	6,629	7,539	7,863	8,427

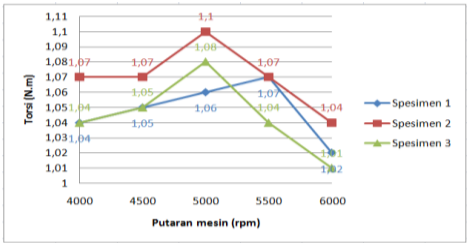


Gambar 1. Grafik hubungan antara daya dengan putaran mesin.

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa rata rata nilai *output* daya yang dihasilkan dengan penggunaan intake manifold spesimen 2 lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan intake manifold spesimen 1 dan spesimen 3.

Tabel 2. Data hasil torsi rata-rata

No	Keterangan	Putaran mesin (rpm)				
		4000	4500	5000	5500	6000
1	Spesimen 1	1,04	1,05	1,06	1,07	1,02
2	Spesimen 2	1,07	1,07	1,1	1,07	1,04
3	Spesimen 3	1,04	1,04	1,08	1,04	1,01

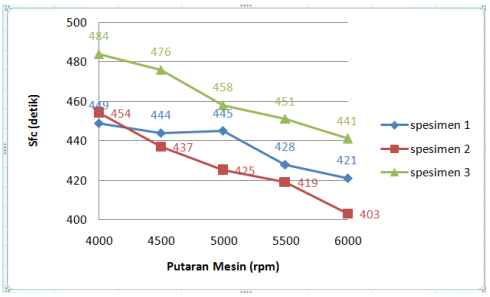


Gambar 2. Grafik hubungan antara daya dengan putaran mesin

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa rata rata nilai *output* torsi yang dihasilkan dengan penggunaan intake manifold spesimen 2 lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan intake manifold spesimen 1 dan spesimen 3.

Tabel 3. Data hasil spesific fuel consumtion (SFC) rata-rata

No	Keterangan	Putaran mesin (rpm)				
		4000	4500	5000	5500	6000
1	Spesimen 1	449	444	445	428	421
2	Spesimen 2	454	437	425	419	403
3	Spesimen 3	484	476	458	451	441



Gambar 3. Grafik hubungan antara SFC dengan putaran mesin

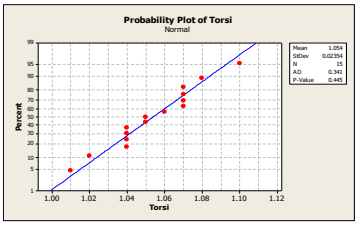
Pada gambar 3 menunjukkan bahwa rata-rata nilai *output specific fuel consumtion (SFC)* yang dihasilkan dengan penggunaan intake manifold spesimen 3 lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan intake manifold spesimen 1 dan spesimen 2.

Analisa Data

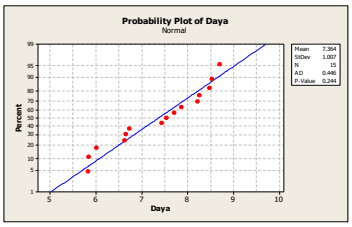
Dalam prosedur analisa data terlebih dahulu perlu diuji dengan uji metode normalitas, uji identik dan uji independen. untuk mengetahui apakah data variabel dalam keadaan baik atau tidak. serta sebagai syarat dari Anova terhadap data yang didapatkan selama eksperimen.

1. Uji normalitas

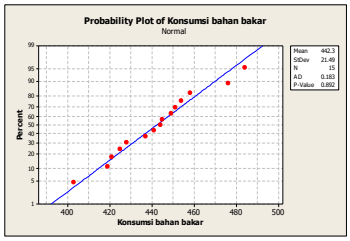
Uji kenormalan residual dilakukan dengan menggunakan Uji Anderson-Darling yang terdapat pada program *minitab 16*.



(A)



(B)



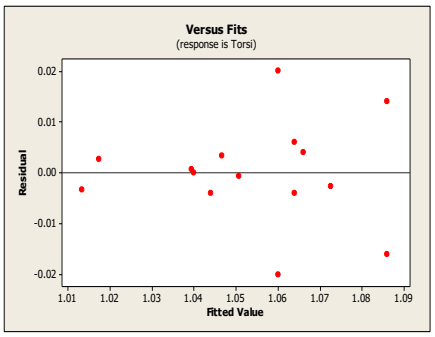
(C)

Gambar 4. Plot uji distribusi normal pada output (A) torsi, (B) daya, (C) konsumsi bahan bakar.

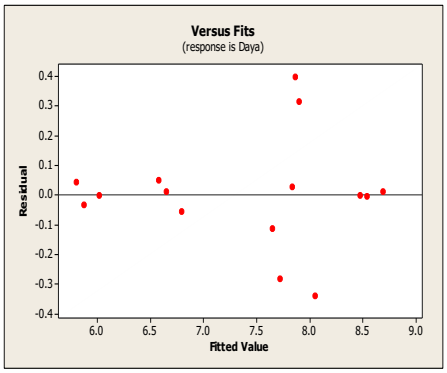
H_0 ditolak jika *p-value* lebih kecil dari pada α = 0.05. Sehingga dari data diatas dapat disimpulkan bahwa Plot uji distribusi terhadap *Output* torsi, daya dan konsumsi bahan bakar merupakan residual berdistribusi normal karena nilai pada *p-value* torsi 0.445 > 0.05, *p-value* daya 0.244 > 0.05, *p-value* konsumsi bahan bakar 0.892 > 0.05, dan telah memenuhi dari syarat residual berdistribusi normal dengan syarat niai α = 0.05.

2. Uji identik

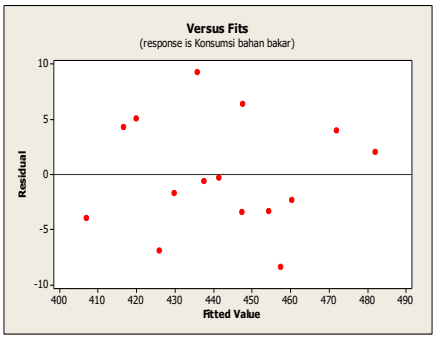
uji identik untuk mengetahui apakah data penelitian yang dihasilkan identik atau tidak. Bila sebaran data pada *output* uji ini tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu disekitar harga nol maka data memenuhi asumsi identik.



(A)



(B)



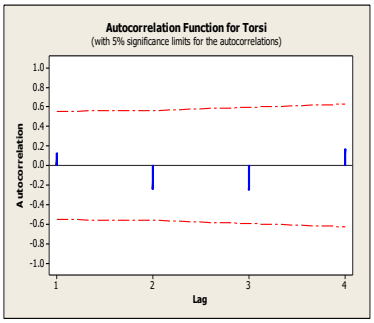
(C)

Gambar 5. Plot uji identik normal pada Output (A) torsi, (B) Daya, (C) konsumsi bahan bakar

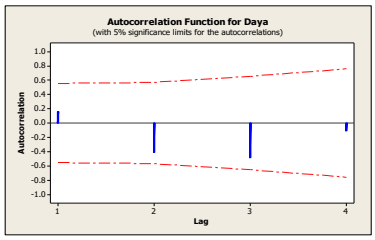
Gambar 4.5 menunjukkan bahwa residual terbesar secara acak disekitar harga nol dan tidak membentuk pola tertentu. Dengan demikian asumsi residual identik terpenuhi.

3. Uji independen

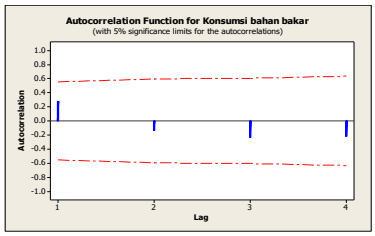
Pengujian independen pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *auto correlation function* (ACF) yang terdapat pada program *minitab16*. Pengujian ini untuk mengetahui apakah terdapat nilai ACF yang keluar dari batas interval atau tidak. Bila tidak terdapat nilai yang melebihi batas interval maka data penelitian ini memenuhi asumsi independen.



(A)



(B)



(C)

Gambar 6. Plot uji idependen normal (A) torsi, (B) daya, (C) konsumsi bahan bakar

Berdasarkan plot ACF yang ditunjukan pada gambar 4.6, tidak ada nilai ACF pada tiap *lag* yang keluar dari batas interval. Hal ini membuktikan bahwa tidak ada kolerasi antar residual artinya bersifat independen.

Hasil Analisa Data

Analisa data menggunakan *analysis of varians* (ANOVA). Dari hasil analisa didapat tabel dibawah ini:

Tabel 4. Analisa varians terhadap torsi

Analysis of Variance for torsi, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Jenis manifold	1	0.0019600	0.0019600	0.0009800	5.71	0.029
Error	8	0.0013733	0.0013733	0.0001717		
Total	14	0.0077600				
S = 0.0131022 R-Sq = 82.30% R-Sq(adj) = 69.03%						

Tabel 4. menunjukkan bahwa analisa varians terhadap torsi memiliki nilai F_{hitung} jenis manifold 5,71 dan nilai *P-Value* jenis manifold 0,029.

Table 5. Analisa varians terhadap daya

Analysis of Variance for torsi, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Jenis manifold	2	0.1191	0.1191	0.0595	1.01	0.408
Error	8	0.4736	0.4736	0.0592		
Total	14	14.1995				
S = 0.243317 R-Sq = 99.66% R-Sq(adj) = 94.16%						

Tabel 5 menunjukkan bahwa analisa varians terhadap daya memiliki nilai F_{hitung} jenis manifold 1,01 dan nilai *P-Value* jenis manifold 0,408.

Table 6. Analisa varians terhadap konsumsi bahan bakar

Analysis of Variance for torsi, using Adjusted SS for Tests						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Jenis manifold	2	3140.9	3140.9	1570.5	35.25	0.000
Error	8	356.4	356.4	44.5		
Total	14	6463.3				
S = 6.67458 R-Sq = 94.49% R-Sq(adj) = 90.95%						

Tabel 6. menunjukkan bahwa analisa varians terhadap konsumsi bahan bakar memiliki nilai F_{hitung} jenis manifold 35,25 dan nilai *P-Value* jenis manifold 0,000

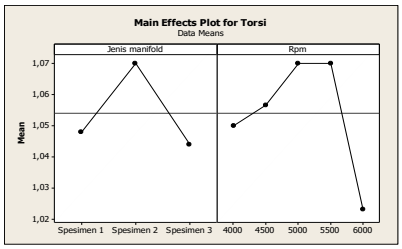
Pengujian Hipotesis

Dalam pengujian hipotesis untuk menarik kesimpulan sesuai analisa data dapat dilakukan dengan cara membandingkan nilai F_{hitung} yang dihasilkan dari analisis varian dan F_{tabel} dari tabel distribusi F, α (signifikan) 0.05. (Montgomery; 2009)

F_{hitung} untuk hasil torsi = 5,71 > $F_{(0.05;\ 2,42)}$ = 3,22, maka untuk hasil dari output torsi H_0 ditolak, artinya ada pengaruh dari jenis manifold terhadap torsi. Untuk F_{hitung} hasil daya = 1,01 < $F_{(0.05;\ 2,42)}$ = 3,22, maka untuk hasil dari output daya H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh dari jenis manifold terhadap daya. Sedangkan untuk

F_{hitung} hasil Konsumsi bahan bakar = 35,25 > $F_{(0.05;\ 2,42)}$ = 3,22, maka untuk output konsumsi bahan bakar H_0 ditolak, artinya ada pengaruh jenis manifold terhadap konsumsi bahan bakar.

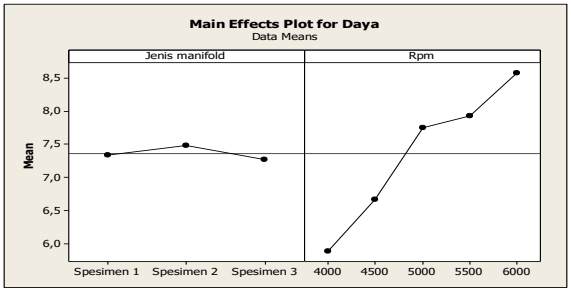
Variabel ini mampu terlihat dengan jelas melalui gambar *main effect plot* untuk output Torsi, daya dan Konsumsi bahan Bakar yang didapat dari uji ANOVA pada *Software Minitab 16* sebagai berikut.



Gambar 7. Plot efek yang diberikan variabel bebas terhadap torsi

Pada gambar 7 dapat dijelaskan bahwa:

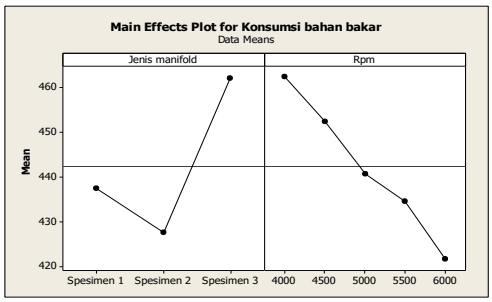
1. Jenis manifold spesimen 2 mempunyai hasil Torsi yang lebih tinggi dibandingakan dari jenis intake manifold lainnya.
2. Pada variasi putaran mesin *output* torsi mengalami kenaikan dari putaran mesin 4000-4500-5000 rpm dan mengalami penurunan pada putaran mesin 5500 dan 6000 rpm.



Gambar 8. Plot efek yang diberikan variabel bebas terhadap daya

Pada gambar 8 dapat dijelaskan bahwa:

1. Pada variasi putaran mesin *output* daya mengalami kenaikan dari putaran mesin 4000-4500-5000-5500-6000 rpm. Sedangkan pada variabel jenis manifold, spesimen 2 tidak terlalu mempunyai perubahan yg signifikan.



Gambar 9. Plot efek yang diberikan variabel bebas terhadap konsumsi bahan bakar

Pada gambar 9 dapat dijelaskan bahwa:

1. Jenis manifold spesimen 3 mempunyai hasil konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi dibandingakan dari jenis intake manifold lainnya.
2. Pada variasi putaran mesin *output* konsumsi bahan bakar mengalami penurunan dari putaran mesin 4000-4500-5000-5500-6000 rpm

Pembahasan

Berdasarkan hasil eksperimen faktorial serta *analysis of varians* (ANOVA) yang telah dilakukan pada penelitian ini dimana ada pengaruh dari varibel (Jenis manifold) dari penelitian terhadap *output* daya, torsi dan juga *spesific fuel consumtion (SFC).* Berdasarkan hasil data yang didapat dari

hasil pengujian, *output* daya 8,696 Hp menjadi nilai *output* daya tertinggi dalam eksperimen yang telah dilaksakan dengan mengunakan *intake manifold* dengan diameter intake 25,50 mm standart (spesimen 2) pada putaran mesin 6000 RPM, sedangkan *output* torsi nilai 1,1 N.m menjadi nilai tertinggi *output* torsi tertinggi dalam eksperimen yang telah dilaksakan dengan mengunakan *intake manifold* dengan diameter intake 25,50 mm dari diameter standart (spesimen 2) dan pada *output spesific fuel consumtion (SFC)* penggunaan *intake manifold* dengan ukuran tinggi 75,95 mm dan diameter *intake* 25,50 mm (spesimen 3) mempunyai nilai SFC tertinggi 484, 476, 458, 451, 441 detik pada tiap putaran mesinnya.

Jika dilihat dari tingkat efek pengaruh yang diberikan pada gambar 7, 8, 9 terdapat beberapa kombinasi yang mampu menghasilkan *output* torsi, daya dan *spesific fuel consumtion (SFC)* yang optimal. Untuk *output* torsi pengaruh faktor jenis *manifold* spesimen 2 dengan RPM 5000 mampu menghasilkan *output* torsi tertinggi. Sedangkan untuk output daya, jenis *manifold* tidak berpengaruh terlalu signifikan, hal tersebut dilihat dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Untuk *output spesific fuel consumtion (SFC)* faktor jenis *manifold* spesimen 3 dengan RPM 4000 mampu menghasilkan *output spesific fuel consumtion (SFC)* tertinggi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisa dan perhitungan data, pada uji performa mesin Honda Supra X 125 CC dapat di ambil beberapa kesimpulan sebagi berikut :

1. Pada *intake manifold* dengan diameter *intake* 25,50 mm dengan panjang standart (spesimen 2) tidak terlalu mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan output daya, berdasarkan dari hasil data penelitian, nilai output daya tertinggi 8,696 Hp pada putaran mesin 6000.
2. Pengaruh dari *intake manifold* dengan diameter *intake* 25,50 mm dengan panjang standart (Spesimen 2) pada putaran mesin 5000 mampu menghasilkan output torsi tertinggi 1,1 N.m.
3. Untuk efisiensi pemakaian bahan bakar atau *spesific fuel consumtion* (SFC) Pada intake manifold dengan diameter intake 25,50 mm serta panjang 75,95 mm (Spesimen 3) dapat menghemat pemakaian bahan bakar pada mesin motor bila dibandingkan dengan menggunakan *intake manifold* dengan diameter intake 21,50 mm (spesimen 1) ataupun menggunakan *intake manifold* dengan diameter *intake* 25,50 mm (spesimen 2).

V. DAFTAR PUSTAKA

Barenschot, H. 1980. *MOTOR BENSIN*. Jakarta: Erlangga.

Gede, I, Wiratmaja. 2010. Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4 (1): 16-25.

Subandiyo. 2010. *INTAKE MANIFOLD*. (Online). tersedia: http://subandiyo513.blogspot.co.id/2010/09/intake-manifold.html, diunduh 10 Desember 2016.

Montgomery, D.C (2009). Design and Analisys of Experiment 7th ed. John Wiley & Sons, Inc.