

Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Perubahan Sudut Injektor pada *System EFI* Terhadap Performa Motor 4 Langkah

Noorsakti Wahyudi, ST.,M.T
 Program Studi Mesin Otomotif
 Politeknik Negeri Madiun
 Madiun Indonesia
 noorsakti@pnm.ac.id

Abstrak—Dua teknologi untuk mesin kapasitas bensin kecil pada kendaraan yaitu sistem karburator dan injeksi bahan bakar elektronik atau *Electronic Fuel Injection (EFI)* sistem. Salah satu sebab perubahan dari karburator ke injeksi karena dalam mesin injeksi pengabutan lebih sempurna, namun ukuran proses pembakaran belum dapat di ukur seberapa besar peningkatan performansi yang didapatkan. Untuk mendapatkan penyempurnaan proses pembakaran maka modifikasi dilakukan pada injektor. Injektor merupakan komponen utama pada mesin injeksi, yang berfungsi untuk menginjeksikan bahan bakar ke saluran *intake manifold* yang dilalui oleh udara, sebelum masuk ke ruang bakar. Proses tersebut diperlukan perubahan pada sudut injektor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan pada performa mesin yaitu daya, torsi, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang setelah sudut injektor diubah. Dengan penelitian ini dapat di ketahui apakah perubahan performa mesin akan naik ataupun turun serta bagaimana emisi gas buangnya.

Kata kunci— ;Injeksi;injector;torsi .

I. PENDAHULUAN

Kenaikan harga BBM pada pertengahan tahun 2013 memaksa banyak orang untuk memilih sepeda motor sebagai sarana transportasi untuk bekerja dan bersantai daripada mengendarai mobil serta untuk tujuan tunggal untuk mengurangi biaya bahan bakar. Berdasarkan hasil statistik Kakorlantas POLRI tahun 2012 terdapat 77.755.658 juta kendaran sepeda motor. Ini sudah cukup membuat jalan-jalan didaerah perkotaan menjadi penuh sesak belum termasuk mobil penumpang, bus, khusus serta truk barang.

Saat ini, ada dua teknologi untuk mesin kapasitas bensin kecil yaitu sistem karburator dan injeksi bahan bakar elektronik atau *Electronic Fuel Injection (EFI)* sistem. Pada kendaraan konvensional, mesin bensin kapasitas kecil menggunakan karburator untuk mengontrol jumlah udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang pembakaran sedangkan pada system *EFI* menggunakan elektronik untuk pencampuran bahan bakar dan jumlah udaranya. Permintaan dari masyarakat untuk mesin kapasitas kecil dengan daya tinggi untuk perbandingan berat dan emisi rendah akhir-akhir ini mengalami peningkatan yang signifikan. Kesadaran akan polusi udara, emisi gas buang yang berbahaya hasil

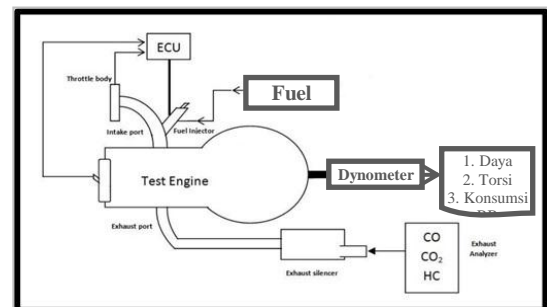
pembakaran kendaraan karburator, harga bahan bakar bensin yang semakin mahal serta bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui juga membuat perusahaan-perusahaan kendaraan berlomba membuat kendaraan yang ramah lingkungan serta mengikuti standart *Euro 3* yang mulai diterapkan. Dan jawaban atas permasalahan di atas adalah mesin bensin kecil dengan sistem *EFI* yang mampu memaksimalkan konsumsi bahan bakar, menghasilkan daya tinggi, dan karakteristik emisi rendah dibandingkan dengan sistem pengisian bahan bakar konvensional (karburator).

Di dalam system *EFI*, Injektor merupakan komponen utama pada mesin injeksi, yang berfungsi untuk menginjeksikan bahan bakar ke saluran *intake manifold* yang dilalui oleh udara, sebelum masuk ke ruang bakar. Karena disinilah peranan penting injektor, mengatur pasokan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar akan diatur oleh injektor yang berada di *intake manifold*. Banyak percobaan pada injektor dilakukan untuk memperbaiki performa mesin ataupun mengurangi emisi gas buangnya agar mampu mengoptimalkan kinerja motor serta tuntutan yang dibutuhkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan pada performa mesin yaitu torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang setelah sudut injektornya diubah.

II. METODOLOGI

A. Mekanisme Pengujian Benda Uji



Gambar 1. Mekanisme Pengujian Benda Uji

B. Metode Pengujian

1) Metode Pengujian Dengan Dynamometer

Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan *dynamometerchasis*, daya dan torsi di dapat dari roda belakang. Pengujian ini dengan pembebanan tetap, data didapat dari rol yang diputar roda listrik, dan data diambil pada 4000 rpm sampai rpm tertinggi atau *full open trottle* pada gigi transmisi 4. Lalu dikonversi secara komputerisasi menjadi data yang terbaca di tampilan komputer. Pengujian dilakukan dilaboratorium Mototech Indonesia, Bantul, Yogyakarta.

2) Metode Pengujian Dengan Automotive Emission Analyzer

Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan *automotive emission analyzer* yaitu CO, CO₂ dan HC di dapat dari knalpot. Pengujian ini didapat dari putaran idle setiap kendaraan. Karena menggunakan sepeda motor Yamaha Vixion yang idlenya pada 1500 rpm. Data diambil dengan memasukkan *probe* ke dalam knapot, lalu secara komputerisasi menjadi data yang terbaca dan di print keluar. Pengujian ini dilakukan di Kantor Lingkungan Hidup Kota Madiun.

III. HASIL DAN ANALISA

A. Proses Perhitungan Sudut Hasil Modifikasi

Untuk mengidentifikasi cara pengukuran sudut injektor, maka *manifold standart* dibelah menjadi dua untuk melihat sudut yang terbentuk.



Gambar 2. *Manifold standart* yang telah dibelah menjadi dua bagian “Sudut yang berhadapan akan sama besarnya”.



Gambar 3. Cara mengukur sudut manifold modifikasi

B. Data Hasil Pengujian Dynamometer

Hasil perbandingan pengujian standart dan pengujian modifikasi adalah sebagai berikut :

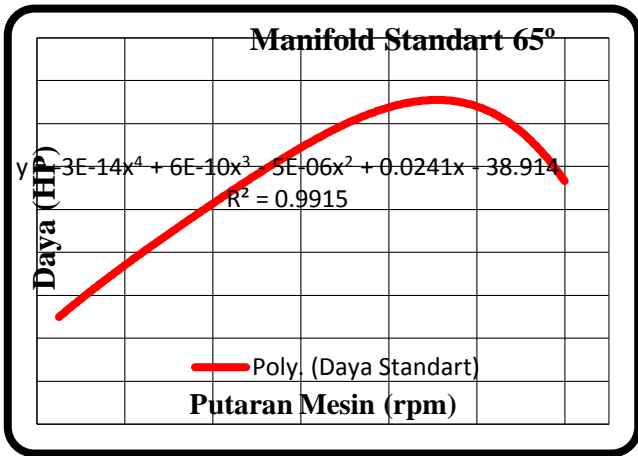
1). Pengujian Daya Sepeda Motor Yamaha Vixion.

a. Pengujian Daya Sepeda Motor Yamaha Vixion Standart

Dari pengujian yang dilakukan pada motor Yamaha Vixion standart dengan sudut injektor pada *manifold 65* derajat, dan hasil pengujian motor pada *dynamometer* dengan pengambilan data mulai dari rpm 4250 sampai *full open throttle* dengan menggunakan gigi tranmisi 4, maka diperoleh hasil yaitu berupa tabel dan grafik 1.

Tabel 1. Hasil data daya *manifold standart 65°* pada *dynamometer*

Daya Standart 65°	
Putaran Mesin (rpm)	Daya (HP)
4250	3.
4500	6.0
4750	7.3
5000	7.7
5250	8.2
5500	8.8
5750	9.5
6000	9.9
6250	10.5
6500	11.2
6750	12.2
7000	13.0
7250	13.7
7400	14.0
7500	14.2
7750	14.6
8000	14.9
8250	15.1
8387	15.2 (MAX)
8500	15.1
8750	14.9
9000	13.
9250	14.0
9500	13.6
9750	12.9
10000	11.4



Gambar 4. Grafik hubungan putaran mesin terhadap daya pada daya manifold standart

Tabel 1. dan grafik 4. diatas menunjukkan pengujian dari benda uji manifold standart Yamaha Vixion bahwa daya tertinggi mencapai 15,2 HP pada putaran mesin 8387rpm.

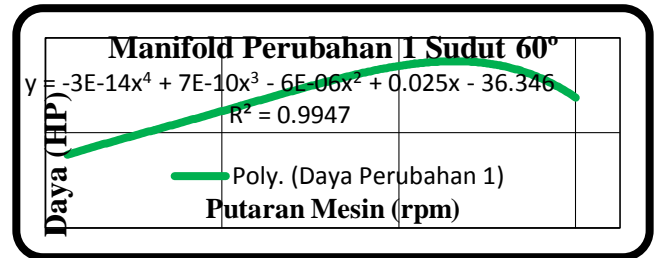
b. Pengujian Daya Sepeda Motor Yamaha Vixion Perubahan 1

Dari pengujian yang dilakukan pada motor Yamaha Vixion standart dengan sudut injektor pada benda uji perubahan pertama yaitu manifold dengan sudut 60 derajat, dan hasil pengujian motor pada dynamometer dengan pengambilan data mulai dari rpm 4250 sampai full open throttle dengan menggunakan gigi tranmisi 4

Tabel 2. Hasil data daya manifold perubahan 1 60° pada dynameter.

Daya Perubahan 1 60°	
Putaran Mesin (rpm)	Daya (HP)
4250	5.3
4500	6.6
4750	7.5
5000	7.8
5250	8.4
5500	8.9
5750	9.6
6000	10.0
6250	10.6
6500	11.4

6750	12.2
7000	13.1
7250	13.7
7406	14.1
7500	14.3
7750	14.8
8000	15.1
8250	15.3
8397	15.5 (MAX)
8500	15.4
8750	15.3
9000	15.0
9250	14.8
9500	14.1
9750	13.6
10000	11.5



Gambar 5. Grafik hubungan putaran mesin terhadap daya pada daya manifoldperubahan 1

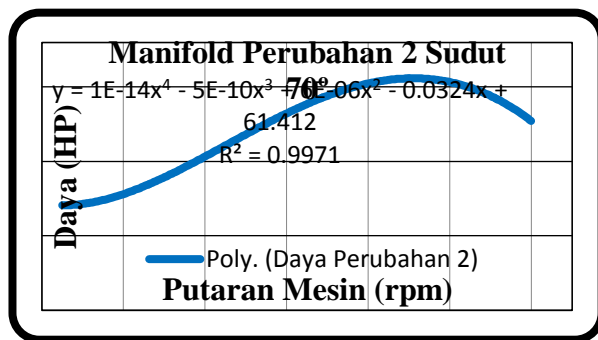
Tabel 2 dan grafik 5. diatas menunjukkan pengujian dari benda uji manifold perubahan 1 Yamaha Vixion bahwa daya tertinggi mencapai 15,5 HP pada putaran mesin 8397 rpm.

c. Pengujian Daya Sepeda Motor Yamaha Vixion Perubahan Kedua

Dari pengujian yang dilakukan pada motor Yamaha Vixion standart dengan sudut injektor pada benda uji perubahan pertama yaitu manifold dengan sudut 70 derajat, dan hasil pengujian motor pada dynamometer dengan pengambilan data mulai dari rpm 4250 sampai full open throttle dengan menggunakan gigi tranmisi 4.

Tabel 3. Hasil data daya manifold perubahan 2 70° pada dynamometer

Daya Perubahan 2 70°	
Putaran Mesin (rpm)	Daya (HP)
4250	7.0
4500	7.1
4750	7.5
5000	7.8
5250	8.5
5500	9.1
5750	9.7
6000	10.2
6250	10.7
6500	11.6
6750	12.5
7000	13.3
7250	13.9
7500	14.6
7660	14.8
7750	15.0
8000	15.3
8250	15.4
8500	15.6
8671	15.6 (MAX)
8750	15.6
9000	15.1
9250	14.6
9500	14.5
9750	14.0
10000	12.6



Gambar 6. Grafik hubungan putaran mesin terhadap daya pada daya manifold perubahan 2

Tabel 3. dan grafik 6. diatas menunjukkan pengujian dari benda uji manifold perubahan 2 Yamaha Vixion bahwa daya tertinggi mencapai 15,6 HP pada putaran mesin 8671rpm.

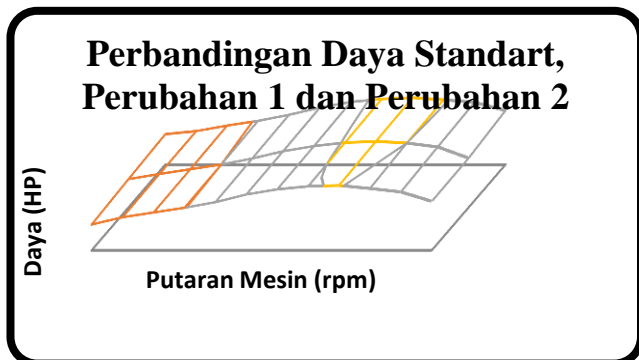
d. Perbandingan Data Daya Sepeda Motor Yamaha Vixion Standart, Perubahan 1 dan Perubahan 2.

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada benda uji motor Yamaha Vixion standar, perubahan 1 dan perubahan 2 yang telah dimodifikasi sudut injektor di manifold diperoleh perbandingan hasil pengujian daya yaitu berupa tabel dan grafik daya seperti di bawah ini:

Tabel 4. Hasil data perbandingan daya

Perbandingan Daya Benda Uji			
PUTARAN MESIN (RPM)	HP Standart	HP Perubahan 1	HP Perubahan 2
4250	4.4	5.3	7.0
4500	6.0	6.6	7.1
4750	7.3	7.5	7.5
5000	7.7	7.8	7.8
5250	8.2	8.4	8.5
5500	8.8	8.9	9.1
5750	9.5	9.6	9.7
6000	9.9	10.0	10.2
6250	10.5	10.6	10.7
6500	11.2	11.4	11.6
6750	12.2	12.2	12.5
7000	13.0	13.1	13.3
7250	13.7	13.7	13.9
7500	14.0	14.1	14.6

7660	14.2	14.3	14.8
7750	14.6	14.8	15.0
8000	14.9	15.1	15.3
8250	15.1	15.3	15.4
8387	15.2	-	-
8397	-	15.5	-
8500	15.1	15.4	15.6
8671	-	-	15.6
8750	14.9	15.3	15.6
9000	14.4	15.0	15.1
9250	14.0	14.8	14.6
9500	13.6	14.1	14.5
9750	12.9	13.6	14.0
10000	11.4	11.5	12.6



Gambar 7. Grafik hubungan putaran mesin terhadap daya pada daya manifoldstandart, perubahan 1 dan perubahan 2

Dari Tabel 4 Grafik 7. di atas terlihat perbedaan hasil daya yang di dapat antara standart, perubahan 1 dan perubahan 2. Daya tertinggi di dapat pada perubahan 2 sebesar 15,6 HP pada putaran mesin 8671rpm, dengan kenaikan 2,6% dari standart. Sedangkan perubahan 1 mengalami kenaikan hingga 15,5 HP pada putaran mesin 8397rpm naik sebesar 1,3%. Perbedaan hasil daya ini diakibatkan campuran bahan bakar dan udara pada perubahan 2 lebih bagus dibandingkan dengan perubahan 1 dan standart.

Tabel 5. Prosentase perbandingan hasil pengujian daya

Prosentase Perbandingan Hasil Pengujian Daya					
Putaran Mesin (rpm)	Daya Standart (HP)	Daya Perubahan 1 (HP)	Daya Perubahan 2 (HP)	$\Delta 1$	$\Delta 2$
4250	4,4	5,3	7,0	9,09 %	59,09 %
6000	9,9	10,0	10,2	1,01%	3,03 %
8000	14,9	15,1	15,3	1,34 %	2,68 %

Data hasil pengujian secara aktual sepeda motor Yamaha Vixion standar pada *dynamometer* diperoleh daya tertinggi sebesar 15.2 hp pada putaran mesin 8387 rpm dan torsi tertinggi sebesar 13.45 N.m pada putaran mesin 7400 rpm. Data dari hasil pengujian terhadap benda uji perubahan 1 diperoleh daya tertinggi sebesar 15.5 hp pada putaran mesin 8397 rpm dan Torsi tertinggi sebesar 13.55 N.m pada putaran mesin 7406 rpm. Sedangkan data dari hasil pengujian terhadap benda uji perubahan 2 diperoleh daya tertinggi sebesar 15.6 hp pada putaran mesin 8671 rpm dan Torsi tertinggi sebesar 13.75 N.m pada putaran mesin 7660 rpm.

Pada grafik pengujian daya dan torsi secara aktual pada masing - masing benda uji terjadi penurunan setelah mencapai kondisi tertinggi pada rpm tertentu hal tersebut dikarenakan oleh karakteristik dari motor bakar bensin. Pada saat putaran mesin (rpm) tinggi suplai campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang bakar tidak mampu untuk mengimbangi kecepatan piston pada rpm tinggi sehingga pada saat setelah mencapai kondisi daya dan torsi tertinggi pada rpm tertentu grafik daya dan torsi cenderung mengalami penurunan.

Data hasil konsumsi bahan bakar standar yaitu pada putaran mesin 4000 rpm sebesar 0.21 ml/s, putaran mesin 6000 rpm sebesar 0.30 ml/s dan putaran mesin 8000 rpm sebesar 0.36 ml/s. Data dari hasil pengujian terhadap benda uji perubahan 1 pada putaran mesin 4000 rpm sebesar 0.23 ml/s, pada putaran mesin 6000 rpm sebesar 0.33 ml/s, dan putaran mesin 8000 rpm 0.38 ml/s. Sedangkan data dari hasil pengujian terhadap benda uji perubahan 2 pada putaran mesin 4000 rpm sebesar 0.21 ml/s, pada putaran mesin 6000 rpm sebesar 0.31 ml/s, dan pada putaran mesin 8000 rpm 0.38 ml/s.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa hasil tersebut di atas maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

Pada *dynamometer* motor Yamaha Vixion standar, perubahan 1 dan perubahan 2 diperoleh hasil torsi, daya, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yaitu :

- Daya tertinggi pada benda uji standar yang diperoleh adalah 15.2hp yang dicapai pada putaran mesin 8387 rpm.

- Torsi tertinggi pada benda uji standar yang diperoleh adalah 13.45Nm yang dicapai pada saat putaran mesin 7400 rpm.
- Konsumsi bahan bakar tertinggi pada benda uji standar yang adalah sebesar $0,36 \text{ ml/s}$ pada putaran mesin 8000 rpm.
- Emisi gas buang CO 2.48 %, CO₂ 8.7 % dan HC 314 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Basyirun, SPd., MT, Winarno, Drs., DR., M.PD, Karwono, ST., MT. 2008. "*Mesin Konversi Energi*", Semarang, Universitas Negeri Semarang.
- [2] Bell, Graham. 1981. "*Modern Engine Tuning*", England of Hayne Publishing Group.
- [3] Hardiyanto, Rahmad. 2013. "*Studi Eksperimen Perubahan Lubang Intake Dan Exhaust Terhadap UnjukKerja Motor 4 Langkah Dengan Alat Ukur Flowbench Dan Dynometer*", Madiun. Politeknik Negeri Madiun
- [4] Heywood, J.B., "*Internal Combustion Engine Fundamentals*". 1988, New York: McGraw-Hill.
- [5] Hushima, M.F, Alimina, A.J, Rashida, L.A, Chamari, M.F. "*Influence of Fuel Injector Position of Port-fuel Injection Retrofit-kit to the Performances of Small Gasoline Engine*", Johor, Malaysia. Department of Plant & Automotive Engineering Faculty of Mechanical & Manufacturing Engineering, Universiti Tun Hussein
- [6] Pullkabrek, Willard W, "*Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*", New Jersey of Prentice Hall Publishing Group.
- [7] Ruswid, Spd. 2008. "*Modul 4 EFI, SMK AL Hikmah 1 Sirampog*", Sirampog
- [8] Septian Pratomo, Idra. 2013. "*Study Eksperimen Efek Perubahan Diameter Throttle Body Terhadap Performa Mesin 4 Langkah*", Madiun, Politeknik Negeri Madiun
- [9] *Yamaha Education Departement*, 2004. Jakarta. Penerbit Yamaha Motor.