

## Modifikasi *Cylinder Head* Dan Injeksi Gas HHO Terhadap Performa Mesin 4 Langkah 1 Silinder

Eko Trapsilo Edi<sup>1\*</sup>, Indah Puspitasari<sup>2\*</sup>, Noorsakti Wahyudi<sup>3</sup>, Kholis Nur Faizin<sup>4</sup>

<sup>\*1,2,3,4</sup>Prodi Mesin Otomotif, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Madiun

\*eko.adi775@gmail.com, indahpuspitasari@pnm.ac.id

### Abstract

High performance and fuel-efficient vehicles can be produced by modifying the engine. The purpose of this study is to modify the intake and exhaust cylinder head using pertalite fuel with the addition of HHO gas (Hydrogen Hydrogen Oxygen), then analyze the effect on engine performance. By increasing the diameter of the intake and exhaust to 28.35 mm from the standard size of 26 mm (intake) and 26.5 mm (exhaust). Then add dimple to the intake with the distance attached (variation 1) and 1 mm apart (variation 2). Performance testing is done by dynotest. Based on testing, variation 1 has better performance than the standard. The standard maximum power is 18.2 hp at 6690 rpm, the lowest power is 7.8 hp at 10,000 rpm. Maximum power variation 1 is 18.9 hp for 7175 rpm, the lowest power is 9.4 hp for 6240 rpm. The standard maximum torque is 19.24 N.m with 6671 rpm rotation, the lowest torque is 5.49 N.m with 10000 rpm rotation. Maximum torque variation 1 is 18.8 rotation 7133 rpm, lowest torque is 17.38 N.m rotation 10000 rpm. From the results of the study note that the modification engine has better performance stability than the standard engine, due to the fuel that is deposited on the dimple but the peak performance of the modification engine is not better than the standard engine due to the same fuel supply from the carburetor.

Keywords : Cylinder head, Dimple, HHO Gas, Engine Performance

### Abstrak

Kendaraan yang *high performance* dan irit bahan bakar dapat dihasilkan dari memodifikasi mesin. Tujuan penelitian adalah memodifikasi *intake* dan *exhaust cylinder head* menggunakan bahan bakar pertalite dengan penambahan gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen), kemudian menganalisa pengaruhnya terhadap performa mesin. Dengan memperbesar diameter *intake* dan *exhaust* menjadi 28.35 mm dari ukuran standar 26 mm (*intake*) dan 26.5 mm (*exhaust*). Kemudian menambahkan *dimple* pada *intake* dengan jarak berdempetan (variasi 1) dan berjarak 1 mm (variasi 2). Pengujian performa dilakukan dengan *dynotest*. Berdasarkan pengujian, variasi 1 memiliki performa lebih baik dibanding standar. Daya maksimum standar yaitu 18.2 hp putaran 6690 rpm, daya terendah yaitu 7.8 hp putaran 10.000 rpm. Daya maksimum variasi 1 yaitu 18.9 hp putaran 7175 rpm, daya terendah yaitu 9.4 hp putaran 6240 rpm. Torsi maksimum standar yaitu 19.24 N.m putaran 6671 rpm, torsi terendah yaitu 5.49 N.m putaran 10000 rpm. Torsi maksimum variasi 1 yaitu 18.8 putaran 7133 rpm, torsi terendah yaitu 17.38 N.m putaran 10000 rpm. Dari hasil penelitian diketahui bahwa mesin modifikasi memiliki kestabilan performa lebih baik dibandingkan mesin standar, disebabkan bahan bakar yang terendap pada *dimple* namun performa puncak mesin modifikasi tidak lebih baik dari mesin standar dikarenakan suplai bahan bakar yang sama dari karburator.

Kata kunci : Cylinder head, Dimple, Gas HHO, Performa Mesin

## 1. Pendahuluan

Saat ini ada banyak tuntutan dalam industri otomotif yaitu untuk menghasilkan kendaraan yang mampu menghasilkan performa yang tinggi (*high performance*), dan juga harus dapat menghemat pemakaian bahan bakar, menjadikan tantangan tersendiri untuk para pabrikan sepeda motor bersaing dalam merancang sepeda motor dengan kemampuan mesin yang lebih bagus lagi. Peningkatan jumlah kendaraan setiap tahun akan berpengaruh pada pasokan bahan bakar. Maka diperlukan berbagai solusi untuk menciptakan kendaraan yang hemat bahan bakar dan lebih responsif, perubahan demi perubahan dilakukan pada komponen-komponen mesin sepeda motor dengan harapan mampu merubah kinerja mesin menjadi lebih baik.

Untuk itu dilakukan penelitian dengan memodifikasi diameter dan bentuk permukaan lubang *intake* dan *exhaust*, untuk memberikan efek aliran berputar pada ruang bakar agar campuran udara dan bahan bakar menjadi lebih homogen, sehingga pembakaran di ruang bakar menjadi lebih sempurna dan performa mesin menjadi meningkat.

Salah satu penemuan tentang menghemat bahan bakar yang menggantikan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui dan semakin menipis cadangannya di bumi, penemuan tersebut adalah "Gas HHO". Gas HHO adalah teknologi untuk menghemat bahan bakar karena berupa elektrolisa dari H<sub>2</sub>O menjadi gas H<sub>2</sub> dan gas O<sub>2</sub>. Yull Brown adalah seorang berkewarganegaraan Australia yang mematenkan hasil elektrolisa dari air menjadi gas H<sub>2</sub> dan gas O<sub>2</sub> yang dapat menggerakkan mesin kendaraan. Gas HHO atau yang disebut Brown's Gas merupakan suatu hasil dari elektrolisis air dengan katalis yang menghasilkan hidrogen dan oksigen murni. Sementara itu penghasil gas HHO tersebut dinamakan generator gas HHO. Yang diklasifikasikan menjadi dua tipe yaitu: tipe basah (*wet cell*) dan tipe kering (*dry cell*)[1].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [2] dengan judul "Pengaruh *Porting* Saluran *Intake* dan *Exhaust* Terhadap

Kinerja Motor 4 Langkah 200cc Berbahan Bakar Premium dan Pertamina" yang memiliki hasil bahwa *Porting* dan *Polishing* lubang *intake* dan *exhaust* dengan menggunakan bahan bakar premium menghasilkan torsi maksimum 18,55 N.m yang dicapai pada putaran mesin 6225 rpm atau lebih besar dari torsi standar yaitu 17,8 N.m yang dicapai pada putaran 6483 rpm"[2].

Penelitian tentang *Dimpled Cylinder head* dilakukan oleh Dr.P.N.Shrirao<sup>1</sup>, R.M.Sherekar, P.Kbhoyar (2014) yang menyebutkan bahwa "The results indicate that engine with dimpled cylinder head optimized the performance of engine as compared to the engine with normal cylinder head . This because dimpled cylinder head achieved a higher swirl coefficient and swirl ratio as compared with normal cylinder head "[3] yang artinya "hasil dari mesin menggunakan dimple kepala silinder dapat mengoptimalkan performa mesin dibandingkan mesin dengan kepala silinder normal. Ini dikarenakan dimple kepala silinder mendapat koefisien perputaran maksimal dan rasio perputaran maksimal dibandingkan kepala silinder normal.

Penelitian yang dilakukan oleh [4] dengan judul "Pengaruh Pemanfaatan Hydrogen dari Generator HHO terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor 4 Tak 100 Cc" menyebutkan bahwa "Hasil yang terbaik pada penambahan H<sub>2</sub> 3% (katalis) dengan efisiensi termal naik sebesar 10.6% ,menurunkan konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 9.83% dan menurunkan emisi CO dan HC sebesar 15% dan HC sebesar 47%. Sedangkan untuk Torsi dan Bmep paling baik saat menggunakan H<sub>2</sub> 7.4%(katalis) dengan kenaikan Bmep 0.5% . Volume gas HHO yang dihasilkan paling baik pada penggunaan katalis 3 gram KOH dengan volume gas 7.36 STP pada 30 menit pengujian"[4].

Dari latar belakang diatas maka diperlukan langkah untuk meningkatkan performa mesin. Tujuan penelitian ini adalah memodifikasi *intake* dan *exhaust cylinder head* mesin 4 langkah 1 silinder yang berbahan bakar pertalite dengan penambahan gas HHO (Hidrogen Hidrogen Oksigen)

sehingga dapat mengoptimalkan performa mesin.

**2. Metoda Penelitian**

Kepala silinder terletak pada bagian terdepan dari blok silinder (*cylinder*). Kepala silinder harus mempunyai ketahanan yang baik agar tidak mudah pecah atau retak yang bisa mengakibatkan kurang maksimalnya kerja mesin. *Intake* merupakan saluran yang berada di kepala silinder (*cylinder head*) yang berfungsi sebagai saluran masuk bahan bakar dan udara yang berasal dari *intake manifold* menuju ke ruang bakar yang melewati mekanisme katup yang sebelumnya telah dikabutkan oleh karburator. *Exhaust* merupakan saluran saluran yang berada di kepala silinder (*cylinder head*) yang berfungsi sebagai saluran buang gas sisa pembakaran.

Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin 4 langkah 1 silinderberbahan bakar pertalite.



Gambar 1. Mesin 4 langkah 1 silinder

Berikut adalah tabel spesifikasi mesin 4 langkah 1 silinder:

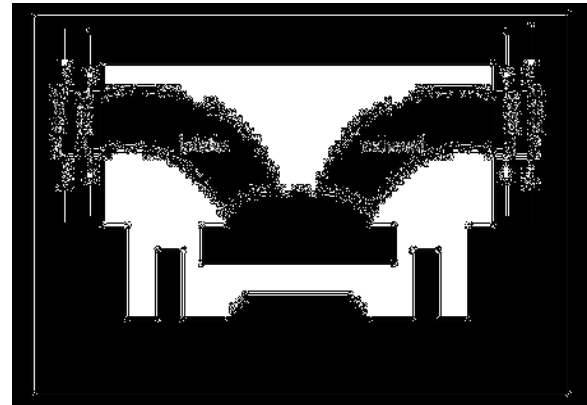
**Tabel 1.** Spesifikasi mesin 4 langkah 1 silinder [5]

Komponen/Kemampuan	Spesifikasi
Tipe mesin	4 langkah OHC, pendingin udara
Volume langkah	196.9 cm <sup>3</sup>
Sistem pendingin	Pendingin udara
Sistem suplai bahan bakar	Karburator
Diameter x langkah (mm)	63.5 x 62.2
Tipe transmisi	6 kecepatan, bertautan tetap
Rasio kompresi	9.0 : 1
Waktu pengapian	10° sebelum TMA
Daya maksimum	17.8 PS/8500 rpm = 17.56 Hp/8500 rpm
Torsi maksimum	1.6 kg.m/7000 rpm = 15.69 N.m/7000 rpm

**2.1 Desain**

Desain dalam penelitian ini yaitu:

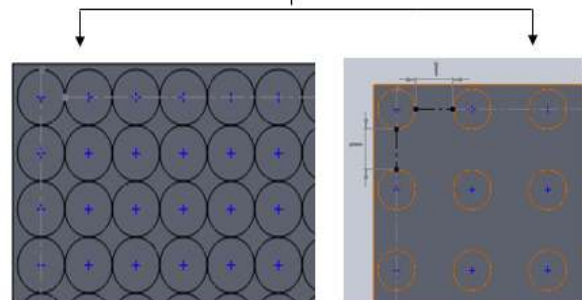
1. Variasi 1: memperbesar diameter *intake* dan *exhaust* sampai dengan ukuran 28.35 mm dari ukuran standar yaitu 26 mm untuk *intake* dan 26.5 mm untuk *exhaust* dengan penambahan *dimple* dengan jarak antar lubang 0.1 mm, berdiamater 1 mm, kedalaman lubang 0.20 mm pada bagian lubang *intake*.
2. Variasi 2: memperbesar diameter *intake* dan *exhaust* sampai dengan ukuran 28.35 mm dari ukuran standar yaitu 26 mm untuk *intake* dan 26.5 mm untuk *exhaust*. Dengan penambahan *dimple* dengan jarak antar lubang 1 mm, berdiamater 1 mm, kedalaman lubang 0.20 mm pada bagian lubang *intake*.



Gambar 2. Ukuran Modifikasi



(a)



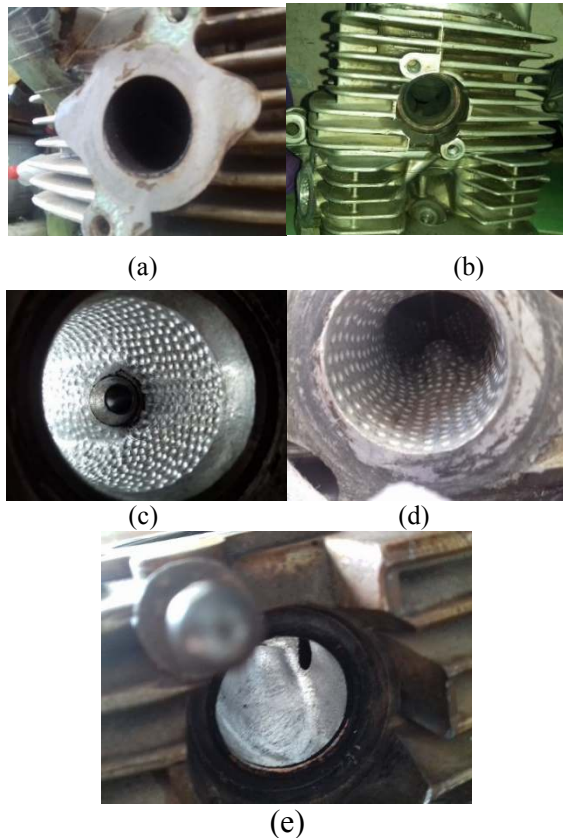
(b)

(c)

Gambar 3. (a) Desain *Dimple*(b) Variasi 1(c) Variasi 2

**2.2 Cylinder head Standar dan Modifikasi**

Berikut merupakan penampakan *cylinder head* standar dan modifikasi :



Gambar 4. (a) Intake Standar(b) Exhaust Standar(c) Variasi 1(d) Variasi 2 e Exhaust Modifikasi

**2.3 Gas HHO**

Dalam penelitian ini generator gas HHO yang digunakan adalah generator gas HHO tipe *Dry Cell* dengan menggunakan plat SS136L dengan ketebalan karet 3 mm dan berdiameter luar 7 cm.

Berikut merupakan data penggunaan gas HHO yang diinjeksikan ke mesin saat dilakukan pengujian performa (*dyno test*)

**Tabel 2.** Spesifikasi Generator Gas HHO

Ukuran Karet Oring	Daya (Watt)	Laju Aliran (LPM)	Efisiensi (%)	Suhu (K)
Ketebalan 3 mm Diameter luar 7 cm Diameter dalam 6.7 cm	72.72	0.034	5.5	306.5

Dari tabel 2. diketahui bahwa generator gas HHO memiliki daya sebesar 72.72 Watt, laju aliran sebesar 0.034 LPM dan efisiensi generator sebesar 55% dengan suhu 306.<sup>0</sup>K

**2.4 Metode Pengujian**

Metode pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan *chasis dyno test* (dinamometer). Pengujian dilakukan untuk mengetahui perubahan pada daya dan torsi pada mesin standar dan setelah dilakukan modifikasi pada *cylinder head* baik pada variasi 1 maupun variasi 2 serta dengan penambahan injeksi gas HHO dibandingkan dengan mesin standar.

Dinamometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengetahui performa suatu kendaraan dengan mengukur daya dan torsi. Menurut cara pengukurannya, dinamometer dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu *Engine Dynamometer* (ED) dan *Chassis Dynamometer* (CD). Metode pengukuran dengan dinamometer tipe (ED) yaitu poros output mesin dihubungkan langsung dengan dinamometer, sedangkan untuk tipe CD pengukuran daya dilakukan melalui roda penggerak kendaraan.

Dinamometer *Chassis* adalah dinamometer yang mengukur daya yang dialirkan melalui permukaan drive roller yang digerakkan oleh roda kendaraan yang sedang diukur. Kendaraan yang akan diukur pada umumnya diletakkan diatas *roller*, lalu kendaraan dijalankan menurut metode pengukuran yang ingin digunakan untuk mengetahui daya kendaraan yang terukur [6].

**3. Hasil Penelitian**

Berdasarkan pengujian performa dengan menggunakan dinamometer (*dyno test*), maka didapat 3 hasil pengujian performa mesin.. Hasil pengujian mesin standar dan mesin modifikasi adalah sebagai berikut:

**3.1 Hasil Pengujian Daya**

Dari hasil pengujian *dyno test* diperoleh data nilai daya antara mesin standar dengan penambahan injeksi gas HHO dengan mesin modifikasi baik variasi 1 maupun 2, sebagai berikut :

**Tabel 3.** Nilai Daya terhadap Putaran Mesin

Putaran Mesin (RPM)	Standar + HHO (hp)	Variasi 1 + HHO (hp)	Variasi 2 + HHO (hp)
6250	9.2	9.4	9.2
6500	14.0	14.3	16.3
<b>6690</b>	<b>18.2</b>		
6750	18.0	16.3	17.2
<b>6914</b>			<b>17.6</b>
7000	17.6	17.9	17.4
<b>7175</b>		<b>18.9</b>	
7250	17.4	18.5	16.9
7500	16.9	17.2	16.3
7750	15.7	16.6	16.0
8000	14.2	16.0	16.1
8250	14.0	15.7	15.5
8500	13.7	14.8	14.9
8750	13.0	14.3	13.7
9000	12.2	14.3	13.4
9250	11.9	13.9	12.5
9500	10.8	12.8	11.1
9750	10.1	12.0	9.7
10000	7.8	10.5	8.0
<b>Rata-Rata</b>	<b>13.8</b>	<b>14.9</b>	<b>14.2</b>

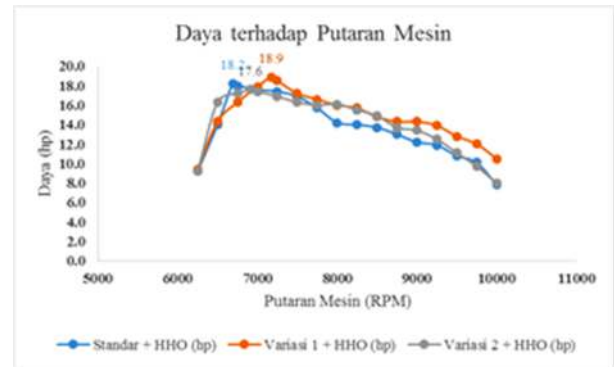
### 3.2 Hasil Pengujian Torsi

Dari hasil pengujian dyno test diperoleh data nilai torsi antara mesin standar dengan injeksi gas HHO dengan mesin modifikasi baik variasi 1 maupun 2, sebagai berikut :

**Tabel 4.** Nilai Torsi terhadap Putaran Mesin

Putaran Mesin (RPM)	Standar + HHO (N.m)	Variasi 1 + HHO (N.m)	Variasi 2 + HHO (N.m)
6250	10.21	10.56	10.53
6500	15.32	15.60	17.87
<b>6671</b>	<b>19.24</b>		
6750	18.89	17.06	18.08
<b>6828</b>			<b>18.09</b>
7000	17.81	18.17	17.69
<b>7133</b>		<b>18.80</b>	
7250	16.94	18.10	16.57
7500	15.91	16.23	15.35
7750	14.29	15.20	14.61
8000	12.57	14.17	14.24
8250	11.93	13.44	13.31
8500	11.34	12.35	12.38
8750	10.46	11.54	11.07
9000	9.58	11.22	10.52
9250	9.04	10.64	9.52
9500	8.06	9.50	8.23
9750	7.28	8.70	7.00
10000	5.49	7.38	5.63
<b>Rata-Rata</b>	<b>12.61</b>	<b>13.45</b>	<b>12.98</b>

### 3.3 Grafik Daya

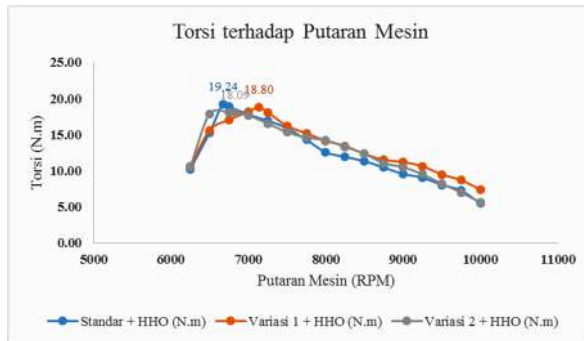


Gambar 5. Daya terhadap Putaran Mesin

Grafik 1 merupakan grafik perbandingan daya antara mesin standar dengan mesin modifikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya maksimum pada mesin standar dengan injeksi gas HHO yaitu 18.2 hp yang dicapai pada putaran mesin 6690 rpm. Daya maksimum pada mesin variasi 1 yaitu 18.9 hp pada putaran mesin 7175 rpm. Daya maksimum pada mesin variasi 2 yaitu 17.6 hp pada putaran mesin 6914 rpm. Mesin variasi 1 mengalami peningkatan sebesar 3.85 % dibandingkan dengan mesin standar dengan injeksi gas HHO.

Daya terendah pada mesin variasi 1 yaitu 9.4 hp pada putaran 6250 rpm dan mesin variasi 2 yaitu 8.0 hp pada putaran 10000 rpm. Sedangkan, Dari hasil tersebut diambil nilai rata-rata dari setiap mesin baik mesin standar maupun modifikasi. Hasil nilai rata-rata daya pada mesin variasi 1 yaitu 14.9 hp dan nilai rata-rata daya mesin variasi 2 yaitu 14.2 hp. Sedangkan nilai rata-rata daya mesin standar dengan injeksi gas HHO yaitu 13.8 hp.

### 3.4 Grafik Torsi



Gambar 6. Torsi terhadap Putaran Mesin

Torsi terendah pada mesin variasi 1 yaitu 7.38 N.m pada putaran 10000 rpm dan mesin variasi 2 yaitu 5.63 N.m pada putaran 10000 rpm. Sedangkan torsi terendah mesin standar dengan penambahan injeksi gas HHO yaitu 5.49 N.m pada putaran 10000 rpm. Dari hasil tersebut diambil nilai rata-rata dari setiap mesin baik mesin standar maupun modifikasi. Hasil nilai rata-rata torsi pada mesin variasi 1 dengan penambahan injeksi gas HHO yaitu 13.45 N.m dan nilai rata-rata mesin variasi 2 yaitu 12.98 N.m. Sedangkan nilai rata-rata torsi mesin standar dengan injeksi gas HHO yaitu 12.61 N.m.

Dari grafik 1 dan grafik 2 diketahui bahwa mesin modifikasi memiliki kestabilan performa yang lebih baik dibandingkan dengan mesin standar. Hal itu dikarenakan adanya endapan bahan bakar pada lubang dimple. Namun karena hal itu performa puncak mesin modifikasi tidak mampu melebihi performa puncak mesin standar yang disebabkan oleh jumlah suplai bahan bakar yang sama dari karburator sehingga kurang untuk mengganti bahan bakar yang terendap.

### 4. Kesimpulan

Dari penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian menunjukkan daya maksimum pada mesin standar dengan injeksi gas HHO yaitu 18.2 hp pada putaran mesin 6690 rpm. Sedangkan torsi maksimum pada mesin standar dengan injeksi gas HHO yaitu 19.24 N.m pada putaran mesin 6671 rpm.

Daya maksimum yang dicapai mesin variasi 1 adalah 18.9 hp pada putaran mesin 7175 rpm dan torsi maksimum sebesar 18.80 N.m pada putaran mesin 7133 rpm. Mesin

variasi 1 mengalami peningkatan daya sebesar 3.85%. Serta mesin modifikasi memiliki kestabilan performa yang lebih baik dibanding dengan mesin standar.

### 6. Daftar Pustaka

- [1] Sudarmanta, B., Darsopuspito, S., Sungkono, D. (2016). Application Of Dry Cell HHO Gas Generator Width Modulation On Sinjai Spark Iganation Engine Performance. *International Journal Of Research In Engineering And Technology*
- [2] Setiawan, Agus. (2015). Pengaruh porting saluran *intake* dan *exhaust* terhadap kinerja motor 4 – langkah 200 cc berbahan bakar premium dan pertamax. Laporan Penelitian Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [3] Dr.P.N.Shrirao., R.M.Sherekar., P.Kbhoyar. (2014). Effect of air swirl with dimpled *cylinder head* on performance characteristics of diesel engine. *International journal of mechanical engineering research and development*, ISSN 2248-9355.
- [4] Rahadi D. Jarot dkk (2014). Pengaruh Pemanfaatan Hydrogen dari Generator HHO terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor 4 Tak 100 Cc. *E-Jurnal Teknik Mesin*. Vo.2, No 1.
- [5] Franky. (1999). Buku Pedoman Reparasi Honda GL 200. Ahas Honda Motor.
- [6] Setiawan, Agus. (2015). Pengaruh porting saluran *intake* dan *exhaust* terhadap kinerja motor 4 – langkah 200 cc berbahan bakar premium dan pertamax. Laporan Penelitian Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta