



**MODIFIKASI PENAMBAHAN SISTEM INJEKSI  
PADA MOTOR BAKAR KARBURATOR TERHADAP  
PERFORMA MESIN SEPEDA MOTOR HONDA  
KARISMA 125**

**Skripsi**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

**Oleh**

**Anas Fathkur Rahman**

**NIM. 5202414091**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

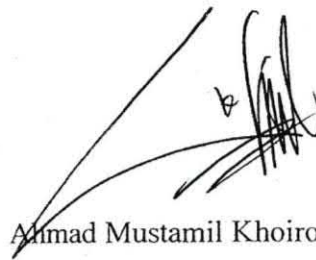
**2019**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Anas Fathkur Rahman  
NIM : 5202414091  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif, S1  
Judul : MODIFIKASI PENAMBAHAN SISTEM INJEKSI  
PADA MOTOR BAKAR KARBURATOR TERHADAP  
PERFORMA MESIN SEPEDA MOTOR HONDA  
KARISMA 125

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, September 2019



Ahmad Mustamil Khoiron, S. Pd. , M. Pd.

NIP. 1988080820140511154

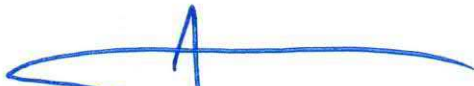
## PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Modifikasi Penambahan Sistem Injeksi Pada Motor Bakar Karburator Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor Honda Karisma 125” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi/ TA Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal Desember 2019.

Oleh

Nama : Anas Fathkur Rahman  
NIM : 5202414091  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif  
PanitiaUjian:

Ketua



Rusiyanto, S. Pd., M. T.  
NIP. 197403211999031002

Sekretaris



Wahyudi, S. Pd., M. Eng  
NIP. 198003192005011001

Penguji I



Dr. M. Burhan Rubai W., M. Pd.  
NIP. 196302131988031001

Penguji II



Angga Septiyanto, S. Pd., MT.  
NIP. 198709112019031012

Penguji III/ Pembimbing I



A. Mustamil Khoiron, S. Pd., M. Pd.  
NIP. 1988080820140511154

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang



Dr. Nur Oudus, M. T., IPM,  
NIP. 196911301994031001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/ atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, September 2019  
Yang membuat pernyataan,



Anas Fathkur Rahman  
NIM. 5202414091

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

1. Tuhan menciptakan kaki untuk memulai dan meneruskan, walaupun tidak berlari tetapi ada langkah pasti dalam berjalan.
2. Menikmati proses terhadap semua hal yang telah dilalui dan bersyukur atas hasil yang didapatkan.
3. Sesukses apapun, akan selalu ingat rumah untuk pulang.

### **PERSEMBAHAN**

1. Bapak Dul Rochman dan Ibu Rumisih, yang senantiasa memberikan dukungan, nasihat, do'a, dan contoh dalam perjuangan.
2. Nur Rohmah Fitriani, saudara perempuan yang senantiasa memberikan do'a, semangat, dan tawa.
3. Keluarga kontrakan CB kampus semarangan yang telah memberikan motivasi, tenaga, dan ikatan persaudaraan.
4. Kekasih, sahabat, dan rekan-rekan yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penelitian.

## RINGKASAN

**Rahman, Anas Fathkur. 2019.** Modifikasi Penambahan Sistem Injeksi Pada Motor Bakar Karburator Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor Honda Karisma 125. A. Mustamil Khoiron, S. Pd. , M. Pd. Pendidikan Teknik Otomotif S1, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Optimalisasi pada proses sebelum pembakaran dapat meningkatkan performa mesin. Sistem injeksi bekerja berdasarkan perintah dari sensor yang kemudian diproses oleh *electronic control unit* dan diteruskan ke aktuator. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh modifikasi pemasangan sistem injeksi terhadap torsi dan daya pada mesin empat langkah Honda Karisma 125.

Penelitian menggunakan desain *quasi experimental* dengan jenis *time series design*. Teknik analisis data menggunakan statistik deskriptif dan pengujian hipotesis menggunakan *t-test sample related*. Variabel bebas penelitian yaitu variasi sistem bahan modifikasi injeksi, standar karburator dan standar injeksi. Pengujian torsi dan daya diukur menggunakan alat *chassis dynamometer*, dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap variasi sistem bahan bakar. Data penelitian diambil pada putaran mesin 2.500 rpm sampai 9.500 rpm dengan interval 1.000 rpm.

Torsi dan daya tertinggi dihasilkan oleh mesin modifikasi injeksi yaitu 11,79 N.m pada putaran mesin 2.500 rpm dan 9,23 HP pada putaran mesin 6.500 rpm. Mesin standar karburator hanya mampu mendapatkan hasil penelitian torsi dan daya sebesar 11,28 N.m dan 9,03 HP pada putaran mesin yang sama. Penelitian mesin standar injeksi pada putaran mesin yang sama memperoleh hasil torsi dan daya dibawah mesin modifikasi injeksi yaitu 11,59 N.m dan 9,2 HP. Modifikasi sistem bahan bakar dan perubahan posisi komponen mesin mempengaruhi nilai torsi dan daya yang dihasilkan.

Kata kunci : modifikasi, sistem bahan bakar, injeksi, torsi, daya

## **ABSTRACT**

**Rahman, Anas Fathkur. 2019.** *Modification of The Addition Injection System on The Carburetor Combustion Engine to The Honda Karisma 125 Engine Performance.* A. Mustamil Khoiron, S. Pd. , M. Pd. *Automotive Engineering Education S1, Faculty of Engineering, Semarang State University.*

*Optimization of the process before combustion can improve engine performance. The injection system works on the orders of the sensor which is then processed by electronic control unit and forwarded to the actuator. The study was aimed to determine the effect of modification of the injection system installation on torque and power on a four-stroke Honda Karisma 125 engine.*

*The study used a quasi-experimental design with a type of time series design. Data analysis techniques were used descriptive statistics, and hypothesis testing were used t-test sample related. The independent variable of this study is the variation of injection modification system, carburetor standard and injection standard. Torque and power research measured using chassis dynamometer, it was done three repetition on each fuel system variation. The research data was taken at 2,500 rpm to 9,500 rpm with intervals of 1,000 rpm.*

*The highest torque and power produced by injection modification engine is 11.79 N.m at 2,500 rpm engine speed and 9.23 HP at 6,500 rpm engine speed. Standard carburetor engine is only able to get the results of torque and power research of 11.28 N.m and 9.03 HP at the same engine speed. The standard injection engine research at the same engine speed obtained the results of torque and power under the injection modification engine that is 11.59 N.m and 9.2 HP. Modification of the fuel system and changes in the position of engine components affect the value of torque and power generated.*

*Keywords: modification, fuel system, injection, torque, power.*

## **PRAKATA**

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Modifikasi Penambahan Sistem Injeksi Pada Motor Bakar Karburator Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor Honda Karisma 125”. Shalawat serta salam tak lupa kita panjatkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, yang kita nantikan syafa’atnya kelak di yaumul qiyamah. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Negeri Semarang.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan dan kerjasama berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M. T. selaku Dekan Fakultas Teknik UNNES.
2. Rusiyanto, S. Pd. , M. T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin UNNES.
3. Wahyudi, S. Pd., M. Eng. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, S1 UNNES.
4. Ahmad Mustamil Khoiron, S. Pd. , M. Pd. Pembimbing yang penuh perhatian dan sabar memberi bimbingan, masukan serta arahan untuk kemudahan penulisan proposal skripsi.
5. Dr. M. Burhan Rubai Wijaya, M. Pd. dan Angga Septiyanto, S. Pd. , M. Pd. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.



6. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
7. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan motivasi, semangat dan siraman rohani.
8. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
9. Teman-teman mahasiswa pendidikan teknik otomotif UNNES angkatan 2014 yang saling memberikan semangat dan motivasi.

Penulis berharap semoga proposal skripsi ini dapat bermanfaat untuk pelaksanaan pembelajaran di jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Semarang, September 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iv
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Pembatasan Masalah .....	6
1.4 Rumusan Masalah .....	7
1.5 Tujuan .....	7
1.6 Manfaat .....	8
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	9
2.1 Kajian Pustaka .....	9
2.2 Landasan Teori .....	19
2.2.1 Teori Motor Bakar .....	21
2.2.2 Konstruksi Sistem Karburator .....	25
2.2.3 Konstruksi Sistem EFI .....	25
2.2.3.1. Sistem bahan bakar ( <i>fuel system</i> ) .....	25
2.2.3.2 Sistem kontrol elektronik .....	26
2.2.3.3 Sistem pemasukan udara .....	27
2.2.4 Cara Kerja EFI .....	28

2.2.4.1. Saat penginjeksian & lamanya penginjeksian.....	28
2.2.4.2 Kerja saat kondisi mesin dingin .....	29
2.2.4.3 Cara kerja saat putaran rendah .....	29
2.2.4.4 Cara kerja saat putaran menengah & tinggi .....	29
2.2.4.5 Cara kerja saat akselerasi .....	31
2. 2. 5 Modifikasi Pemasangan Sistem Injeksi .....	31
2. 2. 6 Performa Mesin (Daya dan Torsi) .....	37
2. 2. 5 <i>Dyno Test</i> .....	43
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>44</b>
3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	44
3.2 Desain Penelitian.....	44
a. Variable Bebas .....	45
b. Variable Terikat .....	45
c. Variable Kontrol .....	45
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	46
3.3.1 Alat Penelitian.....	46
3.3.2 Bahan Penelitian .....	47
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	50
3.4.1 Proses Penelitian .....	51
3.4.2 Data Penelitian .....	52
3.5 Teknik Analisis Data.....	54
<b>BAB IV HASIL &amp; PEMBAHASAN.....</b>	<b>55</b>
4.1 Hasil Perancangan Modifikasi Sistem Injeksi.....	55
4.2 Hasil Pengujian Modifikasi Injeksi.....	58
4.3 Hasil Perhitungan Teoritis .....	60
4.4 Hasil Pengujian Dinamometer .....	63
4.5 Pembahasan.....	71
4.5.1 Daya.....	71
4.5.2 Torsi.....	74

<b>BAB V PENUTUP</b> .....	77
5.1 Simpulan .....	77
5.2 Saran.....	79
<b>DAFTAR PUSAKA</b> .....	80
<b>LAMPIRAN</b> .....	83

## DAFTAR GAMBAR

Gambar1. 1 Perbandingan produksi minyak mentah dan konsumsi migas di Indonesia .....	1
Gambar 1. 2 Grafik produksi vs konsumsi minyak mentah Indonesia .....	2
Gambar 2. 1 Cara kerja mesin 4 langkah .....	21
Gambar 2. 2 Komponen sistem karburator .....	22
Gambar 2. 3 Sistem bahan bakar Supra PGM FI.....	26
Gambar 2. 4 Skema aliran bahan bakar .....	26
Gambar 2. 5 Skema sistem kontrol elektronik Supra PGM FI .....	27
Gambar 2. 6 Throttle Body .....	28
Gambar 2. 7 Prinsip kerja mesin bensin.....	31
Gambar 2. 8 Visualisasi komponen roller rocker arm .....	33
Gambar 2. 9 Rancangan sistem <i>engine</i> dan sistem bahan bakar .....	34
Gambar 2. 10 <i>Engine Control Unit</i> .....	35
Gambar 2. 11 <i>Engine</i> sepeda motor Karisma 125.....	36
Gambar 2. 12 <i>Fuel Adjuster Iqutech</i> .....	37
Gambar 2. 13 Keseimbangan energi pada motor bakar .....	38
Gambar 2. 14 Skema pengukuran torsi .....	39
Gambar 2. 15 <i>Engine Dynamometer</i> .....	42
Gambar 2. 16 <i>Chassis Dynamometer</i> .....	43
Gambar 3. 1 Desain penelitian .....	44
Gambar 3. 2 Mesin Modifikasi Injeksi .....	48
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian .....	50
Gambar 4.1 Desain mesin modifikasi sistem injeksi .....	55
Gambar 4.2 Produk mesin modifikasi sistem injeksi.....	57

Gambar 4.3 Grafik daya modifikasi injeksi .....	58
Gambar 4.4 Grafik torsi modifikasi injeksi.....	59
Gambar 4.5 Perbandingan daya mesin modifikasi injeksi dan standar karburator hasil pengujian <i>dynamometer</i> .....	66
Gambar 4.6 Perbandingan daya mesin modifikasi injeksi dan standar injeksi hasil pengujian <i>dynamometer</i> .....	67
Gambar 4.7 Perbandingan torsi mesin modifikasi injeksi dan standar karburator hasil pengujian <i>dynamometer</i> .....	68
Gambar 4.8 Perbandingan daya mesin modifikasi injeksi dan standar injeksi hasil pengujian <i>dynamometer</i> .....	70
Gambar 4.9 Perbandingan daya mesin modifikasi injeksi, standar karburator dan standar injeksi.....	71
Gambar 4.10 Perbandingan torsi mesin modifikasi injeksi, standar karburator dan standar injeksi.....	74

## DAFTAR TABEL

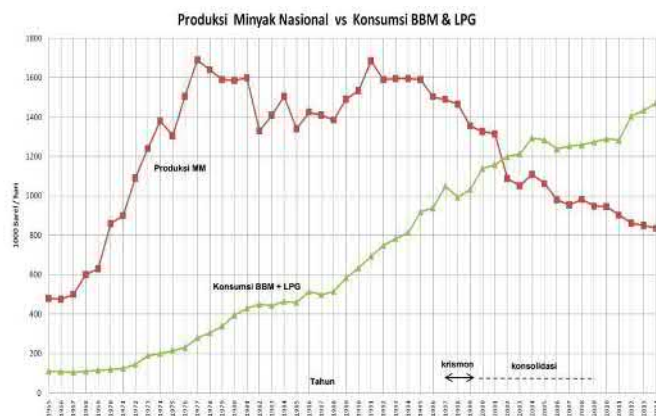
Tabel 3. 1 Spesifikasi mesin Karisma 125 .....	47
Tabel 3. 2 Data Fisik dan Kimia Pertamina .....	49
Tabel 3. 3 Data Pengujian .....	53
Tabel 4. 1 Data hasil perhitungan teoritis daya indikator .....	58
Tabel 4. 2 Data daya standar karburator, modifikasi injeksi dan standar injeksi menggunakan <i>dynamometer</i> .....	63
Tabel 4. 3 Data torsi standar karburator, modifikasi injeksi dan standar injeksi menggunakan <i>dynamometer</i> .....	64

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

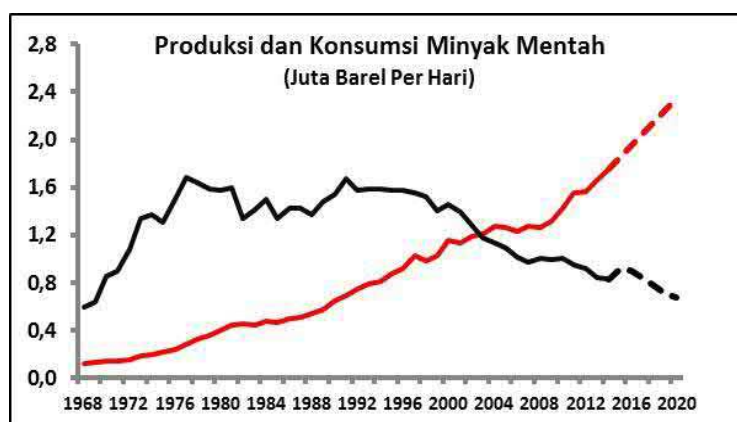
Indonesia adalah salah satu negara penghasil minyak di kawasan Asia Tenggara dan tergabung dalam *Organization of Petroleum Exporting Countries* (OPEC). Namun status tersebut tidak ditunjang dengan prestasi yang baik, terbukti dari produksi minyak mentah Indonesia yang cenderung menurun dari tahun ke tahun. Menurut SKK Migas dalam Kompasiana (2016) dalam rentan waktu 1965-2014 diketahui produksi minyak mentah di Indonesia mengalami penurunan yang cukup signifikan. Hal tersebut bertolak belakang dengan kondisi kebutuhan BBM dan LPG dalam negeri yang semakin meningkat. SKK Migas (2016) sektor migas merupakan pemasok utama kebutuhan energi nasional. Pada tahun 2015 dari total kebutuhan energi nasional sebesar 166 juta setara ton minyak (Mtoe), 46% dipasok oleh minyak dan 23% dipasok oleh gas, kondisi seperti ini diprediksi masih akan berlangsung selama 10 tahun kedepan.



Gambar 1. 1 Perbandingan produksi minyak mentah dan konsumsi migas di Indonesia (Kompasiana, 2016)



Bahan bakar minyak dunia mengalami pengurangan dari tahun ke tahun karena konsumsi penggunaannya yang semakin meningkat dan juga minyak bumi merupakan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui. Sebagian besar negara-negara di dunia menggunakan minyak sebagai bahan bakar untuk alat transportasi maupun industri. Kebutuhan sarana transportasi semakin meningkat seiring dengan kemajuan jaman. Sarana transportasi khususnya kendaraan beroda empat sudah merupakan kebutuhan vital bagi setiap kehidupan manusia. Di negara-negara berkembang seperti Indonesia dengan tingkat populasi yang tinggi, angka pertumbuhan produksi kendaraan roda empat meningkat sangat signifikan yang menjadikan sektor transportasi sebagai pengguna energi bahan bakar minyak dunia yang utama.



Gambar 1. 2 Grafik produksi vs konsumsi minyak mentah Indonesia (Kamarullah, 2015)

Menurut Badan Pusat Statistik Nasional (BPS) jumlah total kendaraan yang ada di Indonesia pada tahun 2016 adalah 129. 281. 079 unit, kendaraan tersebut meliputi mobil penumpang, mobil bis, mobil barang, dan sepeda motor. Dari grafik 1. 1 diketahui jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mengalami

peningkatan yang sangat pesat selama empat tahun terakhir. Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor didominasi oleh kendaraan pribadi, untuk sepeda motor menyumbang 74% sedangkan mobil penumpang sebanyak 15%. Sepeda motor merupakan salah satu alat transportasi yang paling banyak digunakan untuk aktivitas masyarakat di Indonesia (Fatkhuniam dkk, 2018: 131). Faktor yang mempengaruhi pesatnya peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia adalah adanya laju pertumbuhan penduduk yang sangat pesat. Pertumbuhan penduduk sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan konsumsi energi, semakin tinggi tingkat pertumbuhan penduduk akan menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi energi. Peningkatan konsumsi energi dapat diatasi dengan berbagai cara seperti membatasi jumlah penggunaan bahan dalam pembuatan kendaraan, memanfaatkan sumber daya energi alternatif seperti tenaga angin, surya dan bahan bakar biomassa atau bahan bakar yang diolah terlebih dahulu untuk kemudian dapat digunakan.

Salah satu dari pengembangan teknologi yang dilakukan oleh para produsen kendaraan bermotor adalah menerapkan teknologi sistem bahan bakar injeksi pada produk kendaraan bermotor. Teknologi tersebut adalah hasil pengembangan dari teknologi yang sudah ada sebelumnya, yaitu teknologi sistem bahan bakar konvensional atau sistem bahan bakar karburator. Pada sistem bahan bakar karburator proses pencampuran bahan bakar masih kurang maksimal sehingga terkadang campuran masih kurang homogen (Wibowo, 2016: 3-4). Saat campuran bahan bakar dan udara tersebut kurang homogen, mengakibatkan tidak semua bahan bakar yang masuk ke ruang bakar dapat terbakar secara sempurna dalam

proses pembakaran, sehingga cenderung menjadi tidak efisien dan tenaga yang dihasilkan kurang maksimal sehingga sistem bahan bakar karburator perlahan tergantikan dengan sistem bahan bakar injeksi. Teknologi sistem bahan bakar injeksi merupakan sebuah sistem mekanis yang berfungsi mengatur campuran udara dan bahan bakar ke dalam ruang bakar dengan menggunakan kontrol elektronik berdasarkan data *input* dari berbagai sensor yang ada untuk membaca kondisi dan suhu mesin. Dibandingkan dengan teknologi sistem bahan bakar konvensional yang masih menggunakan karburator, teknologi sistem bahan bakar injeksi mampu menghasilkan pembakaran dan performa mesin yang lebih baik. Menciptakan inovasi baru sangat diperlukan seiring dengan kemajuan teknologi yang terjadi di Indonesia. Inovasi terbaru yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah memodifikasi sistem bahan bakar kendaraan tipe karburator menjadi sistem injeksi. Modifikasi ini dilakukan untuk membuat alternatif mesin konvensional yang sudah ada dengan merubah sistem bahan bakar karburator menjadi sistem bahan bakar injeksi dengan tetap menggunakan bahan bakar hasil minyak bumi.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian permasalahan diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan, diantaranya :

1. Pertumbuhan produksi kendaraan mengalami peningkatan signifikan yang menyebabkan transportasi sebagai pengguna energi bahan bakar minyak terbanyak.
2. Minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui sedangkan kebutuhan penggunaannya semakin bertambah dengan berdirinya industri baru dan jumlah populasi di Indonesia.
3. Jumlah kendaraan bermotor mengalami peningkatan yang sangat pesat selama empat tahun terakhir.
4. Jumlah total kendaraan di Indonesia pada tahun 2016 mencapai angka 129. 281. 079 unit.
5. Pembatasan usia kendaraan selama 20 tahun dari Kementerian Perindustrian belum bisa terealisasi hingga sekarang.
6. Kendaraan jenis sepeda motor di Indonesia didominasi dengan tipe konvensional daripada yang bertipe injeksi.
7. Sepeda motor tipe konvensional mengkonsumsi bahan bakar yang lebih boros daripada yang bertipe injeksi.

### 1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan dapat lebih terfokus, maka penelitian ini hanya membatasi masalah pada pengaruh pemasangan sistem injeksi terhadap hasil pengujian performa (daya dan torsi) yang dihasilkan pada sepeda motor Honda Karisma 125. Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mesin kendaraan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan mesin sepeda motor Karisma 125cc tahun 2004.
- 2) Sistem injeksi yang digunakan untuk modifikasi mesin kendaraan menggunakan bawaan dari merk honda.
- 3) Perubahan *intake manifold* yang lebih pendek dilakukan untuk mempercepat durasi pemasukan bahan bakar.
- 4) *Porting* lubang *intake* dan *exhaust* dilakukan untuk menyempurnakan performa mesin.
- 5) *Rocker arm* menggunakan jenis *roller rocker arm* untuk mengurangi gesekan yang terjadi pada kepala silinder.
- 6) Putaran mesin yang digunakan dalam penelitian diambil pada 2500 rpm, 3500 rpm, 4500 rpm, 5500 rpm, 6500 rpm, 7500 rpm, 8500 rpm dan 9500 rpm.

#### **1.4 Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi latar belakang masalah maka dapat dirumuskan permasalahannya, yaitu :

- 1) Bagaimana perancangan modifikasi sistem bahan bakar karburator menjadi sistem injeksi ?
- 2) Apakah ada pengaruh performa mesin setelah dilakukan modifikasi sistem injeksi pada sepeda motor Honda Karisma 125 ?
- 3) Bagaimana perbandingan performa mesin setelah dilakukan modifikasi sistem injeksi dengan sistem karburator dan mesin bersistem injeksi ?

#### **1.5 Tujuan**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

- 1) Untuk mengetahui bagaimana perancangan modifikasi sistem bahan bakar karburator menjadi sistem injeksi.
- 2) Untuk mengetahui adakah pengaruh performa mesin setelah dilakukan modifikasi sistem injeksi pada sepeda motor Honda Karisma 125.
- 3) Untuk mengetahui perbandingan hasil antara mesin setelah modifikasi sistem injeksi dengan sistem karburator dan sistem injeksi.

## **1.6 Manfaat**

Adapaun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil teknologi yang diteliti dapat diterapkan sebagai bahan penunjang dalam bidang otomotif.
2. Data yang diperoleh dapat digunakan oleh industri sebagai dasar untuk mengembangkan produk dengan tujuan untuk komersialisasi.
3. Hasil penelitian dapat menjadi sumber informasi yang akurat kepada masyarakat yang memiliki kendaraan.
4. Hasil penelitian dapat memberikan manfaat bagi peneliti lain sebagai pertimbangan dan acuan dalam mengembangkan hal serupa.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Penelitian yang relevan merupakan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti lain yang digunakan sebagai referensi atau pandangan peneliti dalam melakukan penelitian sebagai data pendukung pelaksanaan penelitian. Penelitian ini mengangkat topik tentang variasi pada salah satu komponen sistem pemasukan bahan bakar sepeda motor terhadap torsi dan daya yang dihasilkan. Adapun beberapa penelitian yang relevan tersebut sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Basyirun dkk, (2008: 21) tentang sistem bahan bakar injeksi dapat disimpulkan bahwa sistem Injeksi adalah sistem pencampuran antara bahan bakar dan udara dikontrol secara elektronik. Bahan bakar disalurkan menggunakan pompa pada tekanan tertentu untuk disemprotkan menggunakan injektor sebagai pencampuran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar. Modifikasi merupakan merubah bentuk sebuah barang dari yang kurang sempurna menjadi lebih menarik tanpa menghilangkan fungsi aslinya. Modifikasi sistem bahan bakar karburator menjadi sistem injeksi membutuhkan banyak penyesuaian dalam hal perubahan bentuk mesin untuk menyesuaikan penempatan komponen yang awalnya tidak ada menjadi ada. Penempatan komponen juga tidak sembarangan karena harus tetap memiliki fungsi dan tidak mengganggu keberadaan komponen lainnya. Perubahan juga dilakukan



untuk menyesuaikan performa seperti melakukan *porting* lubang *intake* dan *exhaust* serta perubahan *intake manifold*.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Winarto (2014: 198-202) mengenai variasi sudut kelengkungan *intake manifold* mendapatkan hasil variasi sudut kelengkungan kanan *intake manifold* dengan 3 modifikasi sudut yaitu variasi 1 sebesar  $150^{\circ}$ , variasi 2 sebesar  $130^{\circ}$ , dan variasi 3 sebesar  $110^{\circ}$ . Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu suhu mesin  $65^{\circ}\text{C}$ , suhu ruangan  $30.8^{\circ}\text{C}$ , kelembapan udara 45.2%, dan putaran mesin yaitu stasioner (1.500 rpm), 3500 rpm sampai 8500 rpm dengan kelipatan putaran 500 rpm pada mesin empat langkah. Torsi optimal yang dihasilkan oleh motor Honda Legenda tahun 2003 dengan *intake manifold* standar sebesar 3,53 kgf. m pada putaran 6000 rpm. Torsi optimal yang dihasilkan menggunakan *intake manifold* variasi 1, sebesar 3,62 kgf. m pada putaran 5500. Torsi yang dihasilkan *intake manifold* variasi 2 sebesar 3,68 kgf. m pada putaran 5500 rpm, dan torsi optimal yang dihasilkan pada *intake manifold* variasi 3 sebesar 3,69 kgf. m dengan persentase peningkatan 4,53% pada putaran 6000 rpm. Daya optimal dengan menggunakan *intake manifold* standar dihasilkan pada putaran 7500 rpm sebesar 5,22 PS. Daya optimal yang dihasilkan ketika *intake manifold* diganti dengan variasi 1 mengalami peningkatan sebesar 5,34 PS pada 7500 dan 8000 rpm, sedangkan variasi 2 daya yang dihasilkan menjadi sebesar 5,44 PS pada 7500 rpm, dan daya efektif optimal dihasilkan dengan menggunakan *intake manifold* variasi 3 sudut kelengkungan kanan  $110^{\circ}$  sebesar 5,41 PS

dengan persentase peningkatan 4, 58% pada putaran 7000 rpm, 3, 56% pada 7500 rpm, dan 4, 58% pada 8000 rpm dibandingkan dengan menggunakan *intake manifold* standar.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Widyaiswara Madya dan Setyo Wibowo (2014), menyatakan bahwa sistem komputerisasi untuk kontrol pasokan bahan bakar pada mesin bakar adalah dengan cara mendeteksi tekanan atau hisapan udara pada *intake manifold* mesin, hasil dari pengukuran tekanan untuk menghitung banyaknya bahan bakar yang diperlukan untuk *cylinder* mesin. Besarnya tekanan udara pada *manifold* tersebut dapat diukur dengan sensor tekanan MAP (*Manifold Absolute Pressure*). Dari hasil penelitian ini diharapkan akan didapatkan bahan kajian untuk aplikasi pada mobil agar didapatkan percepatan yang tinggi misal pada mobil balap, saat mendahului kendaraan lain dan mengatasi beban yang berat. Berdasarkan data hasil pengujian didapatkan hasil bahwa peningkatan waktu akselerasi terjadi pada semua perubahan tegangan MAP waktu yang tercepat 469, 2 mili detik pada tegangan MAP 3, 2 Volt. Selain itu besarnya *Intake manifold pressure* pada tegangan MAP 4 Volt mencapai 8, 97 Kg/cm<sup>2</sup>. Adapun waktu tempuh akselerasi tercepat 469, 2 mili detik untuk menghabiskan bahan bakar 0, 0634 ml/detik. Simpulan lain yaitu perubahan waktu MAP mampu meningkat *regulator pressure* mencapai 78, 88 Kg/cm<sup>2</sup>. Untuk temperatur oksigen *intake manifold* mencapai suhu kerja yaitu 45 ° C. Simpulan keseluruhan yaitu terdapat pengaruh signifikan optimalisasi waktu pada saat akselerasi dengan memanipulasi

*Manifold Absolute Pressure* (MAP) dimana hasil ini sesuai dengan hipotesa awal penelitian.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Askan (2016: 432 dan 435) dengan judul Pengaruh Bahan Bakar, Kecepatan dan Porting Lubang Intake-Exhaust terhadap Kinerja Motor Bakar Bensin Empat Langkah. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu bentuk lubang *intake-exhaust* standar dan modifikasi bentuk lubang *intake-exhaust* dengan *porting*. Putaran mesin yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 3500 rpm sampai 8500 rpm dengan kelipatan putaran 500 rpm. Hasil pengujian mesin sepeda motor setelah dilakukan *porting* lubang *intake* dan *exhaust* dengan bahan bakar pertalite menghasilkan daya yang lebih tinggi 4,7 KW pada putaran mesin 7500 rpm dibanding kondisi awal 4,6 KW yang dicapai pada putaran mesin 7000 rpm. Kinerja motor setelah *porting* lubang *intake* dan *exhaust* dengan menggunakan bahan bakar pertalite menghasilkan torsi maksimum 7,33 N. m pada putaran mesin 4000 rpm atau lebih besar dari torsi maksimum standar (sebelum *porting*) yaitu sebesar 6,75 N. m yang dicapai pada putaran mesin 4000 rpm.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Fajarudin, dkk (2016: 38 dan 41) tentang modifikasi *intake manifold* menyimpulkan, metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode uji coba langsung yang dilakukan dengan cara mencatat data-data hasil pengujian yang akan dilakukan. Putaran mesin ditentukan pada 1500 rpm sampai 9000 rpm dengan kelipatan putaran 1000 rpm. Variabel bebas yang digunakan yaitu variasi

bentuk diameter dan panjang *intake manifold* dengan variasi yang digunakan variasi standar, variasi 1, dan variasi 2. Variasi 1 memiliki diameter 17 mm dan panjang 75 mm dan variasi 2 memiliki diameter 55 mm dan panjang 20 mm. Pengujian ini membandingkan atau mencari besar daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan dari setiap variabel pengujian yang dilakukan. Penelitian menggunakan *intake* variasi 1 dengan panjang 75 mm, diameter 17 mm dan penambahan ulir menghasilkan 5,7 HP pada 7000 rpm dan Torsi 6,8 N. m pada 3000 rpm, penelitian menggunakan *intake* variasi 2 dengan panjang 55 mm, diameter 20 mm, dan penambahan ulir mampu mencapai 7,2 HP pada 9000 rpm dengan persentase kenaikan 9,09% dan Torsi 7,92 N. m pada 6000 rpm dengan persentase kenaikan 10,7% dibanding menggunakan *intake* standar dikarenakan pengaruh panjang dan diameter *intake manifold*.

6. Penelitian yang dilakukan oleh Fatkhuniam, dkk (2018: 132-135) tentang pengaruh penggunaan filter udara disimpulkan, bahan-bahan yang digunakan pada penelitian yaitu sepeda motor Honda Supra X 125 PGM-FI tahun 2010, *filter* udara standar, *filter* udara *racing* 1, dan *filter* udara *racing* 2. Alat yang digunakan untuk mengukur torsi dan daya yaitu *dynamometer* tipe *dynosport* v3. Peningkatan daya terjadi pada penggunaan *filter* udara *racing* 1 pada putaran 5500 sampai 7500 rpm dengan peningkatan daya sebesar 11% dari daya yang dihasilkan *filter* udara standar, daya tertinggi terdapat pada putaran 7500 rpm dan daya yang dihasilkan 10,1 Hp. Peningkatan torsi terjadi pada putaran 3500

sampai 5500 rpm menggunakan *filter* udara *racing* 2 sebesar 10% dan torsi yang dihasilkan lebih besar dari *filter* udara standar torsi tertinggi yang dihasilkan sama dengan *filter* udara *racing* 1 yaitu 11, 04 N. m pada 5500 rpm dengan peningkatan 2, 5% dan 4, 1% dari *filter* udara standar pada putaran 3500 sampai 5500 rpm. Pengujian daya dan torsi yang dihasilkan dari tiap-tiap penggunaan *filter* udara dengan hasil terbesar pada penggunaan *filter* udara *racing* 1, hal ini terjadi karena *fan* (kipas) yang terdapat pada bagian depan *filter* udara *racing* 1 mulai berputar pada putaran 5500 rpm dan putaran 6500 rpm sampai 7500 rpm. *Fan* (kipas) berputar dengan cepat yang disebabkan dari kevakuman yang besar pada saat putaran rpm tinggi. Suplai udara yang masuk *throttle* bertambah untuk menghasilkan campuran bahan bakar yang seimbang serta meningkatkan homogenitas campuran bahan bakar untuk proses pembakaran.

7. Penelitian yang dilakukan oleh Sampurno, dkk (2010: 46-48) menyimpulkan bahwa, pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Air box meter. Ukuran celah katup masuk yang digunakan dalam penelitian adalah 0, 2 mm, 0, 3 mm, 0, 4 mm, 0, 5 mm, dan 0, 6 mm. Pengujian dilakukan pada putaran 1000, 1200, 1400, dan 1600 rpm. Celah katup masuk yang semakin rapat efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat. Pada putaran mesin yang semakin tinggi pada setiap variasi penyetelan celah katup masuk, efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan cenderung meningkat juga. Efisiensi volumetrik

rata-rata tertinggi adalah yang dihasilkan oleh celah katup masuk 0, 2 mm dengan putaran mesin 1600 rpm sebesar 80, 59%. Efisiensi volumetrik rata-rata pada putaran mesin 1600 rpm menggunakan celah 0, 3 mm, 0, 4 mm, 0, 5 mm, dan 0, 6 mm yaitu sebesar 77, 80%, 75, 58%, 73, 22%, dan 71, 97%. Efisiensi volumetrik rata-rata terendah dihasilkan pada setelan celah katup masuk 0, 6 mm dengan putaran mesin 1000 rpm yaitu sebesar 51, 49%. Penyetelan celah katup masuk yang rapat akan menyebabkan katup membuka lebih awal dan menutupnya lebih lama, berarti bukaan katupnya lebih lama sehingga udara yang masuk ke ruang bakar akan lebih banyak, Semakin banyak udara yang masuk ke ruang bakar berarti efisiensi volumetrik rata rata yang dihasilkan semakin besar. Putaran mesin yang semakin tinggi pada setiap variasi celah katup masuk efisiensi volumetrik rata-rata yang dihasilkan juga semakin meningkat. Hal ini karena dengan putaran mesin yang tinggi udara yang masuk ke ruang bakar bergerak lebih cepat akibat hisapan piston yang juga bergerak dengan cepat, sehingga udara yang masuk ke ruang bakar akan lebih banyak.

8. Penelitian yang dilakukan oleh Huda dan Adiwibowo (2014: 160-163) tentang perlakuan *intake manifold* menyimpulkan, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan analisis data metode deskriptif. Variabel bebas yang digunakan yaitu *intake manifold* tanpa dan dengan penambahan pemanas (tipe *parallel flow* dan tipe *counter flow*) dengan variasi bukaan katup kran gas buang yang digunakan sebesar 30°,

60°, dan 90°. Variabel terikat yang dipakai yaitu performa mesin honda supra x tahun 2002 yaitu: torsi, daya, tekanan efektif rata-rata (bmep), dan konsumsi bahan bakar (fc). Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah: putaran mesin yaitu 3500 rpm sampai 9000 rpm dengan kelipatan putaran 500 rpm pada mesin empat langkah, dan suhu kerja mesin  $\geq 600$  c. Untuk mendapatkan data performa mesin dalam penelitian ini mengacu berdasarkan sae j1349, tentang *engine power test code-spark ignition and compression ignition-net power rating*. Metode pengujian performa ini dilakukan pada saat kondisi *idle* sampai bukaan *throttle* penuh (maksimum).

Peningkatan torsi rata-rata dengan penambahan pemanas pada *intake manifold* (tipe *parallel flow*) dengan variasi bukaan katup gas buang 30° adalah 8, 69%, variasi bukaan katup gas buang 60° adalah 11, 84%, dan variasi bukaan katup gas buang 90° adalah 12, 26%. Sedangkan peningkatan torsi rata-rata dengan penambahan pemanas pada *intake manifold* (tipe *counter flow*) dengan variasi bukaan katup gas buang 30° adalah 5, 14%, variasi bukaan katup gas buang 60° adalah 5, 97%, dan variasi bukaan katup gas buang 90° adalah 10, 67%. Peningkatan torsi yang terjadi setelah penambahan pemanas pada *intake manifold* juga akan berpengaruh pada daya mesin karena dengan peningkatan torsi maka secara otomatis daya mesin juga akan meningkat. Peningkatan daya rata-rata dengan penambahan pemanas pada *intake manifold (parallel flow)* dengan variasi bukaan katup gas buang 30° adalah 9, 57%, variasi bukaan

katup gas buang 60° adalah 12, 08%, dan variasi bukaan katup gas buang 90° adalah 13, 28%. Peningkatan daya rata-rata dengan penambahan pemanas pada *intake manifold (counter flow)* dengan variasi bukaan katup gas buang 30° adalah 9, 90%, variasi bukaan katup gas buang 60° adalah 6, 88%, dan variasi bukaan katup gas buang 90° adalah 11, 99%. Jika suhu campuran udara dan bahan bakar pada *intake manifold* meningkat maka campuran tersebut akan terbakar sempurna sehingga akan menghasilkan torsi yang besar pula. Peningkatan torsi tersebut yang akan menambah daya mesin menjadi lebih besar.

9. Penelitian yang dilakukan oleh Costa, dkk (2014: 31-34) tentang modifikasi pipa masuk terhadap performa mesin. Mesin yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin empat langkah memiliki 4 silinder dan 8 katup. Mesin diuji dalam *eddy current dynamometer*, dengan posisi sudut yang sama seperti dipasang pada rangka. Variabel bebas yang digunakan adalah variasi pipa *intake* 1 memiliki diameter 44 mm dan panjang 600 mm, variasi pipa *intake* 2 memiliki diameter 53 mm dan panjang 300 mm, variasi pipa *intake* 3 memiliki diameter 53 mm dan panjang 600 mm, variasi pipa *intake* 4 memiliki diameter 44 mm dan panjang 900 mm, tiga panjang pipa intake 0, 3 m, 0, 6 m, dan 0, 9 m dengan tiga diameter pipa intake 0, 044 m, 0, 053 m, dan 0, 067 m. Campuran bahan bakar yang digunakan 78% bensin dan 22% etanol. Torsi maksimum yang dihasilkan sebesar 235 N. m dan daya maksimum sebesar 110 kW. Penelitian dilakukan dengan mesin terpasang dalam *eddy current dynamometer*.



Pengujian dilakukan tiga kali pada setiap variasi pipa. Percobaan dilakukan mengikuti NBR ISO 1585 standar, dengan *throttle* terbuka lebar. Penelitian dilakukan dalam rentang kecepatan putaran mesin dari 1500 hingga 6500 rpm. Hasil penelitian torsi dan daya yaitu diameter pipa intake yang lebih besar menghasilkan torsi dan tenaga yang sedikit lebih tinggi pada saat putaran mesin tinggi, menunjukkan kondisi terbalik pada kecepatan rendah. Panjang dan diameter pipa masuk dapat memengaruhi kinerja mesin. Pipa *intake* dengan ukuran lebih panjang menghasilkan volumetrik, efisiensi, torsi, dan tenaga yang tinggi pada saat putaran mesin rendah. Untuk kecepatan engine tinggi, ukuran pipa yang lebih pendek menghasilkan performa mesin yang tinggi.

10. Penelitian yang dilakukan oleh Ramdani (2015) menyatakan bahwa karakteristik unjuk kerja suatu motor bakar dinyatakan dalam beberapa parameter diantaranya adalah laju konsumsi bahan bakar, spesifikasi daya dan torsi yang dikeluarkan mesin. Beberapa hal yang berpengaruh pada konsumsi bahan bakar seperti variasi volume silinder dan sudut pengapian kendaraan. Komponen satu dengan yang lainnya sangat berpengaruh dalam laju konsumsi kendaraan. Penggunaan komponen yang tidak proporsional atau tidak sesuai kapasitas sangat berpengaruh dengan kestabilan konsumsi bahan bakar. Dari kajian tersebut, maka pada penelitian ini juga dilakukan penyesuaian beberapa komponen seperti *porting* lubang *intake* dan *exhaust* pada kepala silinder, *rocker arm* dan komponen lainnya agar performa mesin yang dihasilkan maksimal.

11. Penelitian yang dilakukan oleh Sukma Tjatur W (2015), tentang perbedaan performa mesin sistem injeksi dan karburator. Hasil pengujian yang dilakukan pada kondisi tertentu maka ada hasil yang berbeda diantara keduanya, perbedaan tersebut terjadi baik pada emisi gas buang maupun daya maksimum yang dihasilkan motor serta responsibilitas mesin. Responsibilitas mesin terhadap perubahan tuas gas: a) Putaran mesin sistem injeksi: putaran 1400 s/d 3500 rpm dicapai 1, 6 detik, b) Putaran mesin Sistem karburator: putaran 1400 s/d 3500 rpm dicapai dalam 1, 89 detik, c) Daya mesin maksimal pada kondisi filter kotor diperoleh 8, 9 HP, sedangkan sistem injeksi 10, 6 HP. Dari kajian penelitian tersebut menyatakan bahwa hasil performa yang dihasilkan mesin sistem injeksi lebih baik daripada mesin karburator. Sesuai dengan pernyataan tersebut, maka dengan penelitian modifikasi penambahann sistem injeksi pada mesin karburator harapannya mampu mendapatkan hasil pengujian yang lebih baik.

## **2.2 Landasan Teori**

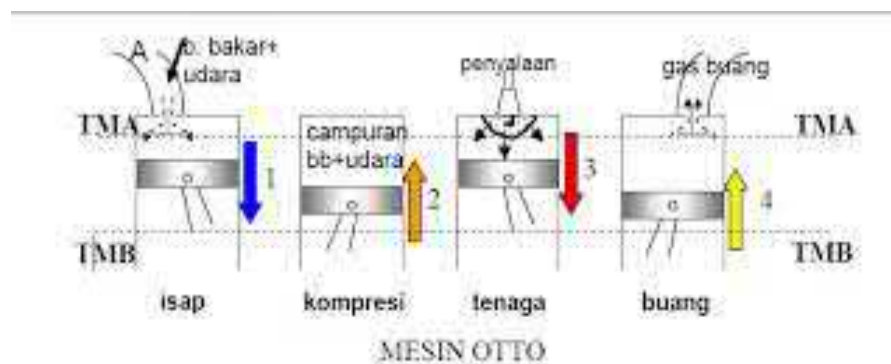
### **2.2.1 Teori Motor Bakar**

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak yang banyak dipakai dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri. Mesin yang bekerja dengan cara seperti tersebut disebut mesin pembakaran dalam. Adapun mesin kalor yang

cara memperoleh energi dengan proses pembakaran di luar disebut mesin pembakaran luar (Huda dan Adiwibowo, 2014). Sebagai contoh mesin uap, dimana energi kalor diperoleh dari pembakaran luar, kemudian dipindahkan ke fluida kerja melalui dinding pemisah. Keuntungan dari mesin pembakaran dalam dibandingkan dengan mesin pembakaran luar adalah konstruksinya lebih sederhana, tidak memerlukan fluida kerja yang banyak dan efisiensi totalnya lebih tinggi.

Mesin yang digunakan dalam penelitian ini merupakan mesin pembakaran dalam yang memiliki siklus 4 langkah atau sering disebut mesin 4 tak. Motor bakar 4 langkah bekerja melalui mekanisme yang terjadi berulang-ulang atau periodik sehingga menghasilkan putaran pada poros engkol. Sebelum terjadi proses pembakaran di dalam silinder, campuran udara dan bahan-bakar harus dihisap dulu dengan langkah hisap [1]. Pada langkah ini, piston bergerak dari TMA menuju TMB, katup isap terbuka sedangkan katup buang masih tertutup. Setelah campuran bahan-bakar udara masuk silinder kemudian dikompresi dengan langkah kompresi [2], yaitu piston bergerak dari TMB menuju TMA, kedua katup isap dan buang tertutup. Karena dikompresi volume campuran menjadi kecil dengan tekanan dan temperatur naik, dalam kondisi tersebut campuran bahan-bakar udara sangat mudah terbakar. Sebelum piston sampai TMA campuran dinyalakan terjadilah proses pembakaran menjadikan tekanan dan temperatur naik, sementara piston masih naik terus sampai TMA sehingga tekanan dan temperatur semakin tinggi. Setelah sampai TMA kemudian torak didorong menuju TMB dengan tekanan yang tinggi, katup isap dan buang masih tertutup.

Selama piston bergerak menuju dari TMA ke TMB yang merupakan langkah kerja [3] atau langkah ekspansi. Volume gas pembakaran bertambah besar dan tekanan menjadi turun. Sebelum piston mencapai TMB katup buang dibuka, katup masuk masih tertutup. Kemudian piston bergerak lagi menuju ke TMA mendesak gas pembakaran keluar melalui katup buang. Proses pengeluaran gas pembakaran disebut dengan langkah buang [4]. Setelah langkah buang selesai siklus dimulai lagi dari langkah isap dan seterusnya. Piston bergerak dari TMA-TMB-TMA-TMB-TMA membentuk satu siklus.

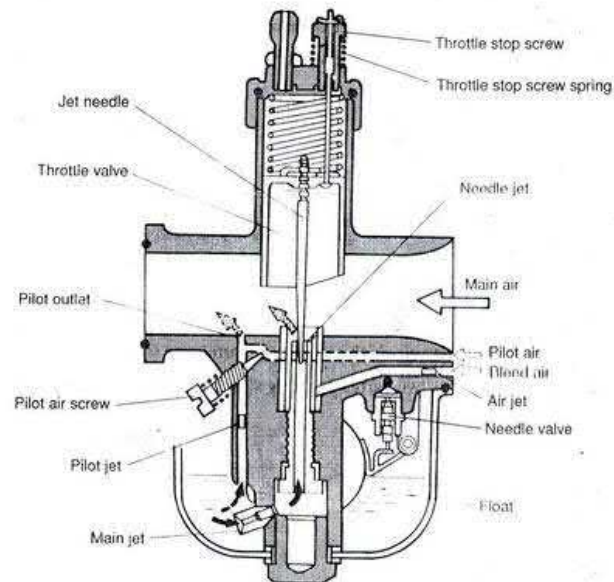


Gambar 2. 1 Cara kerja mesin 4 langkah  
(Huda dan Adiwibowo, 2014)

### 2.2.2 Konstruksi Sistem Bahan Bakar Karburator

Sistem bahan bakar karburator merupakan sistem pencampuran udara dan bahan bakar yang masih dilakukan dengan penyetyelan secara manual. Fungsi karburator secara umum ada dua yakni untuk mengatur rpm dan mencampur udara dan bahan bakar sesuai dengan perbandingan (Huda dan Adiwibowo, 2014). Karbu memiliki komponen berupa katup gas yang tersambung ke stang untuk kita tarik ulur agar rpm mesin bisa berubah. Selain itu, karburator juga harus mampu menyuplai bensin dengan perbandingan yang ideal pada setiap rpm. Oleh karena itu, meski karburator motor berukuran kecil ada banyak komponen didalamnya

yang sangat penting. Adapun komponen karburator beserta fungsinya sebagai berikut:



Gambar 2. 2 Komponen sistem karburator  
(Huda dan Adiwibowo, 2014)

### 1. Jarum pelampung

Jarum pelampung adalah sebuah jarum berbentuk lancip seperti katup yang menekan sebuah lubang. Lubang yang ditekan adalah lubang penyalur bensin, sehingga ketika lubang tersebut tertekan katup otomatis suplai bensin akan terhenti. Hal tersebut bertujuan untuk mengatur volume didalam ruang pelampung agar tidak berlebihan, sehingga campuran yang keluar menuju *intake manifold* bisa berlangsung normal.

### 2. Pelampung

Pelampung adalah sebuah komponen yang terbuat dari plastik ringan yang mengambang pada zat cair khususnya bensin. Pelampung akan menggerakkan ujung jarum pelampung agar tertutup. Mekanismenya ketika volume bensin diruang pelampung meningkat, otomatis pelampung juga semakin naik. Kenaikan

pelampung akan menggerakkan jarum pelampung sehingga menutup aliran bensin. Hal ini akan membuat suplai bensin terhenti hingga volume bensin di ruang pelampung berkurang.

### **3. *Main jet***

*Main jet* adalah saluran utama didalam karburator motor yang menghubungkan bensin dalam ruang pelampung ke dalam venturi di tengah saluran udara ke *intake* dan karena hal tersebut bensin akan tersuplai ke luar.

### **4. *Needle jet***

*Needle jet* adalah jarum berbentuk tirus dengan ujung lancip, jarum ini dipakai untuk mengatur volume bensin yang keluar dari *main jet*. Jarum ini digerakan oleh skep atau katup gas, dimana gerakan naik turun skep akan menggerakkan *needle jet* untuk bergerak naik turun. Sesuai dengan bentuknya, gerakan naik turun *needle jet* akan mempengaruhi besar kecilnya ujung saluran *main jet*.

### **5. *Skep/ Katup Gas***

Katup gas pada motor bukan berbentuk koin seperti karburator mobil tapi berbentuk tabung yang bergerak naik turun. Gerakan naik turun ini membuat diameter venturi bervariasi, itulah sebabnya karburator pada motor masuk ke dalam tipe *Variable Ventury* kecepatan konstan. Saat posisi skep ada dibawah maka aliran udara akan terhambat sehingga menyebabkan rpm mesin menjadi rendah, ketika posisi katup gas ini dinaikan maka saluran udara semakin membesar sehingga rpm mesin semakin naik.

## 6. Pegas katup gas

Pegas ini terletak dibagian atas karburator tepat pada tutup pengatur katup gas. Fungsi pegas ini adalah untuk menjaga katup tetap tertutup ketika tidak menarik pedal gas dan membalikan posisi katup.

## 7. *Pilot jet*

*Pilot jet* merupakan saluran yang menghubungkan bensin pada ruang pelampung dengan ruang setelah katup gas sebelum *intake* manifold. Fungsi *pilot jet* adalah untuk mengalirkan bensin ketika mesin bekerja pada posisi *idle*.

## 8. *Air pilot*

Saluran ini terletak memanjang dari ruang sebelum katup gas menuju ruang setelah katup gas. Output dari *air pilot* ini akan menyatu dengan saluran *pilot jet*, sehingga ketika ada aliran udara melewati air jet secara otomatis bensin akan tercampur didalam saluran ini dan material yang keluar dari saluran *pilot jet* setelah katup sudah berbentuk campuran udara bahan bakar. Fungsi *air pilot* adalah menyuplai udara ketika katup gas tertutup rapat atau saat *idle*.

## 9. *Choke valve*

Komponen ini dipakai untuk memperkecil volume udara yang masuk ke mesin agar hisapan mesin mengangkat bahan bakar. Dengan demikian, campuran bensin dan bahan bakar menjadi kaya. Sistem *choke* ini bekerja dengan menutup saluran udara yang mengarah ke karburator menggunakan katup. Sistem ini dipakai ketika kondisi mesin dingin, dimana banyak bahan bakar yang mengendap di dinding *intake* dan menyebabkan sedikit bensin yang masuk ke ruang bakar.

## 10. Mangkuk Karburator

Mangkuk karburator berfungsi untuk menampung bahan bakar yang akan disuplai ke venturi. Selain ini juga dijadikan tutup pelindung komponen karburator seperti pelampung dan *main jet*. Mangkuk karburator diharuskan bisa menampung bahan bakar tanpa bocor dengan tekanan yang stabil.

## 11. Sekrup Penyetel

Sekrup penyetel pada karburator ada 2, yang pertama sekrup pengatur udara *pilot jet*. Sekrup tersebut digunakan untuk menentukan jumlah udara yang masuk saat *idle* tanpa memakai sistem *choke*. Sekrup kedua yaitu sekrup gas yang digunakan untuk mengatur *idle* rpm mesin.

### 2.2.3 Konstruksi Sistem EFI

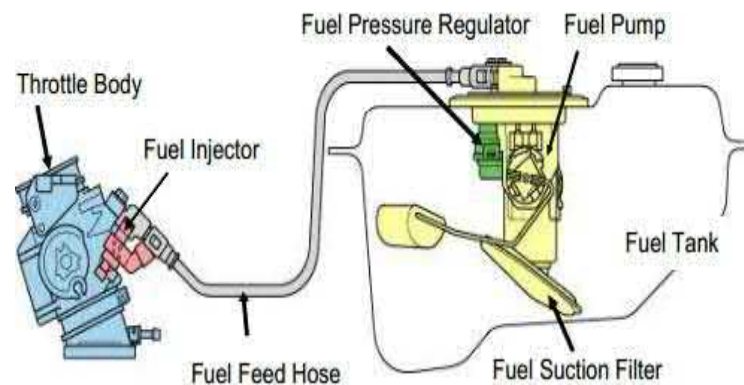
Sistem EFI merupakan singkatan dari *Electronic Fuel Injection* yaitu penyemprotan atau penginjeksian bahan bakar yang sudah dilakukan atau dikontrol secara elektronik. Pengontrolan secara elektronik ini lebih baik dibandingkan dengan penyemprotan bahan bakar yang masih konvensional. Menurut Afryandi Maulana (2015), konstruksi Sistem EFI dapat dibagi menjadi 3 sistem utama, yaitu:

#### 2.2.3.1 Sistem Bahan Bakar (*Fuel system*)

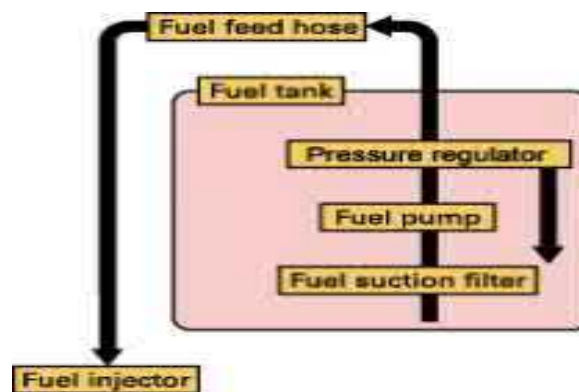
Komponen yang digunakan untuk menyalurkan bahan bakar ke ruang bakar antara lain tangki bahan bakar (*fuel tank*), pompa bahan bakar (*fuel pump*), saringan bahan bakar (*fuel filter*), pengontrol tekanan bahan bakar (*pressure*



*regulator*), selang bahan bakar dan injektor. Sistem bahan bakar berfungsi untuk menyimpan, menyaring, menyalurkan dan menginjeksikan bahan bakar untuk proses pembakaran mesin. Komponen sistem bahan bakar EFI sepeda motor adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 3 Sistem bahan bakar Supra X 125 PGM-FI  
(Jalius Jama: 2008)

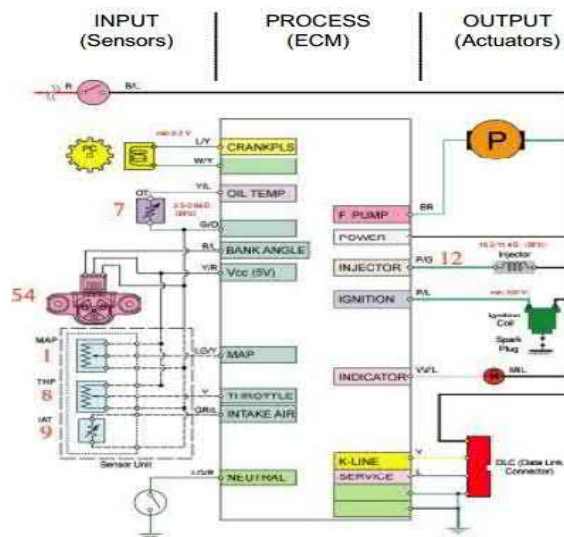


Gambar 2. 4 Skema aliran bahan bakar motor EFI  
(Jalius Jama: 2008)

### 2.2.3.2 Sistem Kontrol Elektronik (*Electronic Control System*)

Sistem kontrol elektronik berfungsi untuk mengontrol jumlah bahan bakar yang disesuaikan dengan daya, beban, putaran dan temperatur. Pada sistem ini terdapat ECU (*Electronic Control Unit*) untuk mengatur jumlah bahan bakar

berdasarkan masukan dari sensor-sensor yang ada agar diperoleh campuran bahan bakar dan udara yang tepat. Adapun skema sistem kontrol elektronik sepeda motor supra X 125 PGM-FI adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 5 Skema sistem kontrol elektronik Supra X 125 PGM-FI  
(Jalius Jama: 2008)

### 2.2.3.3 Sistem Pemasukan Udara (*Air Induction System*)

Sistem pemasukan udara berfungsi untuk mengatur dan mengukur aliran udara yang masuk ke dalam silinder. Proses pemasukan dilakukan melalui perintah dari sensor TPS. Perbedaan pemasukan udara pada mesin karburator dengan sistem bahan bakar injeksi didasarkan pada suhu, putaran dan jumlah udara yang masuk yang dikontrol secara otomatis (Jalius Jama, 2008: 287). Komponen dari sistem pemasukan udara terdiri dari saringan udara, *throttle body* dan *intake manifold*.



Gambar 2. 6 Throttle Body

#### 2.2.4 Cara Kerja EFI

Sistem EFI pada motor dirancang agar bisa melakukan penyemprotan bahan bakar dengan jumlah dan waktu penginjeksian ditentukan berdasarkan masukan dari sensor-sensor yang masuk ke ECU. Pengaturan koreksi perbandingan antara campuran bahan bakar dan udara sangat penting agar mesin dapat bisa bekerja dengan sempurna pada berbagai kondisi. Sehingga keberadaan sensor-sensor yang memberikan informasi akurat tentang kondisi mesin untuk menentukan unjuk kerja/*performance* mesin. Semakin lengkap sensor, maka pendeteksi kondisi mesin menjadi lebih baik. Sensor tersebut mempunyai karakter untuk mendeteksi suhu, tekanan, putaran, kandungan gas, getaran mesin dan sebagainya. Informasi dari sensor tersebut bermanfaat bagi ECU untuk diproses sebagai perintah untuk injektor, sistem pengapian, pompa bahan bakar dan sebagainya (Jalius jama, Teknik Sepeda Motor Jilid 2, 2008: 288).

##### 2.2.4.1 Saat Penginjeksian dan Lamanya Penginjeksian

Menurut Nurhafanto (2014) dijelaskan bahwa penginjeksian pada motor bensin dilakukan di ujung *intake* manifold sebelum katup masuk, sehingga waktu penginjeksian tidak sama persis dengan percikan bunga api. Saat penginjeksian

tidak menjadi masalah walau terjadi pada langkah hisap, kompresi, usaha maupun buang karena penginjeksian terjadi sebelum katup masuk. Berarti saat terjadinya penginjeksian tidak langsung masuk ke ruang bakar selama posisi katup masih menutup.

Ditambahkan oleh Seto (2015) menyatakan bahwa lamanya penginjeksian akan bervariasi tergantung kerja mesin. Semakin lama durasi injeksi maka semakin banyak bahan bakar yang disemprotkan dan begitupun sebaliknya. Dengan demikian naiknya putaran mesin maka durasi injeksi semakin bertambah karena bahan bakar yang dibutuhkan semakin banyak.

#### **2.2.4.2 Kerja Saat Kondisi Mesin Dingin**

Saat kondisi mesin masih dingin (saat pagi hari) maka diperlukan campuran bahan bakar dan udara yang lebih banyak. Hal ini disebabkan penguapan bahan bakar rendah pada saat temperatur masih rendah. Dengan demikian akan terdapat sebagian kecil bahan bakar yang menempel di dinding *intake manifold* sehingga tidak masuk ke ruang bakar (Jalius Jama, 2008: 289).

Untuk memperkaya campuran bahan bakar tersebut, pada sistem EFI dilengkapi dengan sensor temperatur oli mesin. Sensor tersebut mendeteksi kondisi suhu kerja pada mesin, perubahan temperatur yang dideteksi dirubah menjadi sinyal dan dikirim ke ECU selanjutnya ECU akan mengolah data tersebut kemudian memberikan perintah kepada injektor untuk meningkatkan durasi injeksi agar bahan bakar yang disemprotkan menjadi lebih banyak.

#### **2.2.4.3 Cara Kerja Saat Putaran Rendah**

Pada saat putaran mesin masih rendah dan suhu mesin sudah mencapai

suhu kerja, maka ECU akan mengontrol dan memberikan sinyal kepada injektor untuk memberikan durasi injeksi sebentar saja karena sensor TPS (*Throttle Position Sensor*) masih menutup. Untuk aliran udara saat *idle* masih menggunakan sekrup penyetel (*air idle adjusting screw*) untuk putaran stasioner. Berdasarkan data dari TPS tersebut, ECU akan memberikan tegangan ke injektor. Lamanya penyemprotan tidak terlalu lama karena bahan bakar yang dibutuhkan masih sedikit (Jalius Jama, 2008: 291).

#### **2.2.4.4 Cara Kerja Saat Putaran Menengah dan Tinggi**

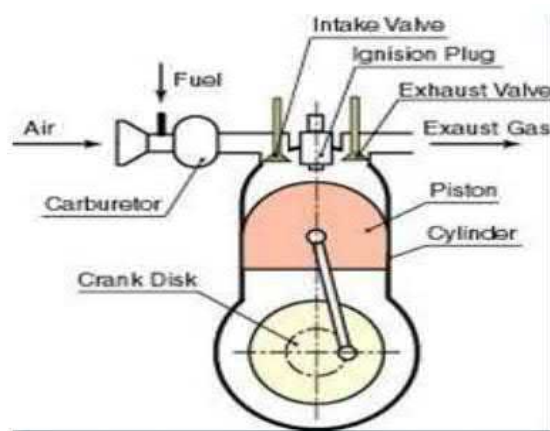
Pada saat putaran mesin dinaikan dari putaran menengah ke putaran tinggi maka sensor yang bekerja adalah *throttle position sensor*. Setelah ECU menerima data dari sensor TPS, sensor TPS akan menerima sinyal untuk dikirim ke ECU dan mendeteksi bukaan katup *throttle*, saat itu sensor memberikan sinyal ke ECU kemudian mengolahnya dan selanjutnya akan memberikan tegangan ke injektor untuk menaikkan durasi injeksi. Besar kecilnya penginjeksian bahan bakar tergantung dengan seberapa besar katup *throttle* membuka. Disamping itu *timing* pengapian juga dimajukan secara otomatis oleh perintah dari sensor *crank shaft position* agar tetap tercapai pembakaran yang optimal (Jalius Jama, 2008: 293). Perbedaan antara sistem karburator dengan sistem injeksi terlihat jelas mulai dari sistem pemasukan bahan bakarnya yang dilakukan tidak secara manual melainkan melalui sensor-sensor. Pada dasarnya seluruh komponen sensor pada mesin bersistem injeksi memiliki pengaruh terhadap jumlah pemasukan bahan bakar. Jadi, kerusakan pada satu sensor akan berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar pada mesin bersistem injeksi.

### 2.2.4.5 Cara Kerja Saat Akselerasi (Percepatan)

Pada saat akselerasi maka bukaan katup *throttle* dideteksi oleh sensor TPS sehingga sinyal dikirim ke ECU untuk di proses dan memberikan sinyal ke injektor untuk menambah durasi injeksi disamping itu juga memajukan pengapian (Jalius Jama, 2008: 295).

### 2.2.5 Modifikasi Rancangan Sistem Injeksi Honda Karisma 125

Kendaraan dengan mesin pembakaran dalam merupakan jenis kendaraan yang memanfaatkan sistem pembakaran di dalam ruang pembakaran mesin sebagai sumber tenaga (Huda dan Adiwibowo, 2014). Panas hasil pembakaran dikonversi menjadi tenaga gerak atau kinetik dengan cara mentransfer panas yang menghasilkan kompresi panas yang akan mendorong piston. Hasilnya adalah *rotational motion* oleh piston yang akan diteruskan terhadap poros engkol mesin. Poros tersebut merupakan *part* yang disebut *output shaft* yang berfungsi sebagai komponen penerus daya mesin terhadap komponen transmisi sampai akhirnya dihasilkan gaya dorong kendaraan.



Gambar 2. 7 Prinsip kerja mesin bensin (Huda dan Adiwibowo, et al. , 2014)

Rancangan *engine* sepeda motor Honda Karisma 125 menggunakan mesin 4 langkah yang diasumsikan memiliki beberapa kriteria yang cocok untuk penerapan teknologi dari rancangan rekayasa *engine*. Mesin 4 langkah konvensional dengan kondisi standar kemudian direkayasa serta diberikan penerapan beberapa teknologi sehingga dihasilkan formulasi *engine* dengan teknologi *modern*. Rekayasa tersebut bertujuan untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna sehingga didapatkan performa *engine* yang maksimal serta memiliki tingkat polutansi yang kecil terhadap udara lingkungan sekitar.

Proses modifikasi sistem bahan bakar injeksi yang pertama dilakukan adalah merubah bagian magnet pada bak mesin bagian kiri. Magnet yang digunakan pada Honda Karisma hanya memiliki satu tonjolan *pickup* untuk pulser. Sedangkan untuk merubah menjadi sistem bahan bakar injeksi diperlukan 9 titik tonjolan. Proses pembuatan tonjolan *pickup* dilakukan menggunakan las dan disesuaikan dengan contoh magnet Honda Supra 125 PGM FI. Pembuatan tonjolan ini peneliti lakukan dengan masih menggunakan contoh milik sepeda motor pabrikan injeksi karena untuk mengurangi resiko kegagalan fungsi komponen. Kegunaan dari 9 tonjolan tersebut sebagai pengirim sinyal yang ditangkap melalui sensor CPS (*crankshaft position sensor*) yang kemudian diteruskan ke ECU. Apabila terdapat kesalahan dalam menentukan dimana titik tonjolan magnet maka akan berakibat mesin menyala dengan kondisi tidak normal atau bahkan tidak dapat menyala.



Gambar 2.8 Magnet Honda Karisma 125 sebelum dan setelah dilakukan perubahan tonjolan *pickup*

Teknologi yang diterapkan pada mesin 4 langkah konvensional adalah pemasangan *roller rocker arm* pada *cylinder head*. Tujuan dari pemasangan *roller rocker arm* adalah untuk meminimalisir gesekan antara *rocker arm* dengan *cam shaft*. *Roller rocker arm* ini digunakan sebagai pengganti karena bawaan asli dari mesin honda Karisma 125 cc ini masih menggunakan *rocker arm* model pelatuk yang dianggap kurang mampu meminimalisir gesekan dengan *cam shaft*. Semakin kecil gesekan yang terjadi maka akan meminimalisir terjadinya keausan akibat kenaikan suhu material yang saling bergesekan. Dengan dipasangnya komponen ini diharapkan mesin sepeda motor Karisma 125 memiliki suara yang lebih halus serta suhu mesin menjadi lebih dingin. Efek langsung dari minimnya gesekan pada *cylinder head* adalah usia dinding *cam shaft* yang semakin awet.





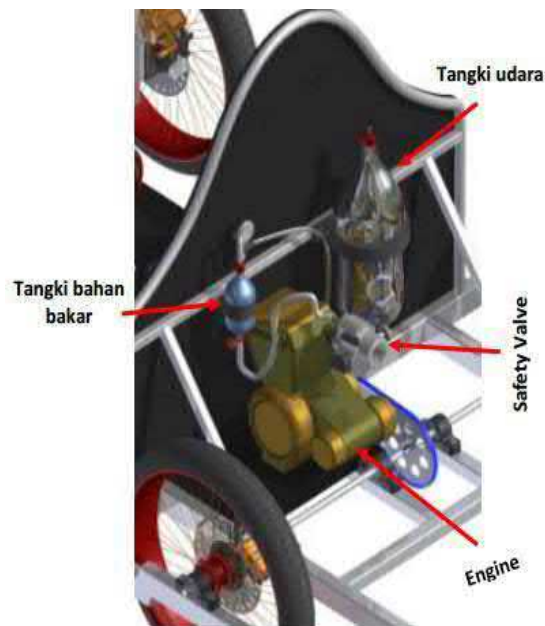
Gambar 2. 9 Visualisasi komponen roller rocker arm

Bahan bakar yang digunakan pada sepeda motor Honda Karisma 125 pada kategori kendaraan roda dua jenis *gasoline* memiliki angka oktan 92. Bahan bakar tersebut sama dengan jenis bahan bakar yang digunakan oleh masyarakat umum, bahan bakar tersebut lebih familiar dengan sebutan pertamax. Pembakaran mesin akan maksimal ketika kondisi *air-fuel ratio* (AFR) berada pada kondisi stabil. Kondisi AFR berpengaruh terhadap rasio kompresi pembakaran pada *engine*. Karakteristik bahan bakar yang cenderung memiliki angka oktan rendah-sedang menimbulkan asumsi bahwa kondisi rasio kompresi pembakaran yang optimal dicapai pada mesin dengan karakteristik kompresi rendah. Berdasarkan hipotesa tersebut maka dilakukan rekayasa *engine* yang kedua yaitu penurunan kapasitas volume silinder.



Gambar 2.10 Proses perakitan mesin modifikasi sistem injeksi

Kondisi mesin konvensional memiliki kapasitas volume silinder  $125 \text{ cm}^3$ , kemudian diberi perlakuan berupa pemasangan tambahan komponen sensor *Engine Oil Temperatur* pada dinding luar silinder. Sensor EOT ini berfungsi untuk mendeteksi ketika temperatur oli yang semakin tinggi, maka akan mengirimkan sinyal ke ECU kemudian akan disesuaikan secara otomatis mengatur jumlah pemasukan bahan bakar. Jenis piston yang digunakan pada rekayasa ini adalah jenis piston dengan bentuk ujung kepala piston berbentuk *dome* (cembung) dengan dimensi kecembungan mencapai 3 mm. Spesifikasi mesin memiliki diameter silinder dan langkah  $52,4 \times 57,9 \text{ mm}$ . Torsi maksimal yang dapat dihasilkan mesin  $9,30 \text{ N} \cdot \text{m} / 4000 \text{ rpm}$  dan mampu menghasilkan daya sebesar  $9,3 \text{ ps} / 8000 \text{ rpm}$  (Buku Pedoman Reparasi Honda, 2016: 7-9).



Gambar 2. 11 Desain rancangan sistem *engine* dan sistem bahan bakar

Sistem *injector* pada sepeda motor Honda Karisma 125 merupakan sistem yang sederhana. Mekanisme injeksi fluida gas dilakukan melalui pipa selang

dengan ketebalan 2 mm yang terhubung satu sama lain. Pemasangan *pressure gauge* serta *safety valve* dilakukan dalam rangka pemenuhan faktor keamanan perancangan sistem *supply* bahan bakar serta sistem *injector*. Tekanan yang diijinkan melalui pipa dibatasi dengan nilai maksimal tekanan 5 bar. Apabila tekanan yang terjadi melewati angka tersebut maka secara otomatis *safety valve* akan menutup secara otomatis. Tujuan dari perancangan tersebut adalah mencegah adanya kelebihan tekanan pada sistem *supply* bahan bakar yang bisa memicu terjadinya kebakaran.

Tabung pneumatik dirancang menggunakan botol dari minuman berkarbonasi, botol jenis ini dipilih dengan asumsi botol tersebut mampu menahan tekanan mencapai angka 5 bar. Rekayasa yang dilakukan tidak hanya mengacu pada *engine*, rekayasa juga dilakukan pada sistem *injector*. Pemasangan saklar pneumatik yang memiliki fungsi membuka/ menutup *valve* udara merupakan teknologi selanjutnya yang diterapkan oleh peneliti dalam rangka mencari formulasi kendaraan paling irit. Cara penggunaan *Switch* tersebut adalah untuk sekali membuka *valve air*, cukup digunakan untuk 3x menghidupkan kendaraan.



Gambar 2. 12 *Engine Control Unit* sepeda motor Karisma 125

Penerapan yang lebih modern dilakukan dalam rangka pengaturan sistem penyemprotan bahan bakar di dalam *engine*. Cara yang ditempuh adalah dengan melakukan pemetaan *Engine Control Unit* (ECU) yang dapat diatur dengan tujuan melakukan pemetaan intensitas penyemprotan bahan bakar oleh *actuator* sampai dengan mengatur pengaturan *engine* seperti halnya *fuel consumption*, *limits* putaran mesin, dll. Pemetaan ECU dilakukan dengan menggunakan komponen tambahan yaitu *piggyback/ fuel adjuster* yaitu komponen yang digunakan untuk memanipulasi konsumsi bahan bakar.



Gambar 2.13 *Engine* sepeda motor Karisma 125

*Piggyback/ fuel adjuster* merupakan alat atau bisa juga disebut dengan komponen yang digunakan untuk mengatur jumlah pemasukan bahan bakar pada mesin injeksi. *Fuel adjuster* ini dapat memanipulasi data ECU dan pemetaan ulang sistem pengapian maupun sistem injeksi bahan bakar. Sedikit banyaknya pemasukan bahan bakar yang dilakukan injektor dipengaruhi oleh lama tidaknya komponen *needle valve* terangkat dalam *unit* injektor yang diatur oleh ECU. Cara

kerja *fuel adjuster* ini adalah memanipulasi atau mengatur ulang jumlah pemasukan bahan bakar yang sudah diatur oleh ECU kemudian diteruskan ke *actuator*. *Piggyback/ fuel adjuster* mempunyai 3 potensiometer yang jika diputar searah jarum jam, efeknya memperbesar durasi bukaan *needle valve*. Hal tersebut berimbas pada bertambahnya asupan injeksi bahan bakar atau semakin boros dan begitu juga sebaliknya maka efeknya akan mempersingkat atau semakin irit. Setiap potensiometer memiliki peranan masing-masing, potensiometer pertama untuk mengatur durasi injeksi pada 0- 3500 rpm, potensiometer ke dua digunakan untuk mengatur durasi injeksi pada 3500- 7000 rpm, potensiometer ke tiga digunakan untuk mengatur durasi injeksi pada 7000- 15000 rpm.

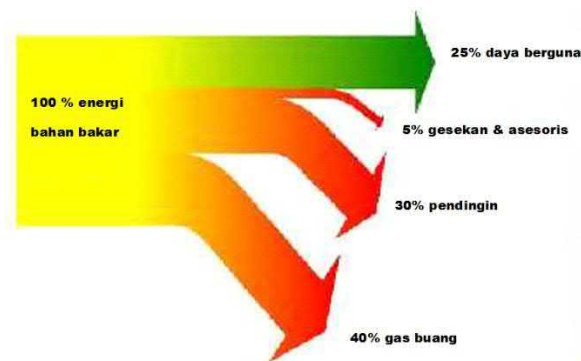


Gambar 2.14 Fuel Adjuster Iqutech

### 2.2.6 Performa Mesin (Daya dan Torsi)

Performa mesin merupakan kemampuan suatu mesin motor bakar untuk merubah energi yang masuk hingga menghasilkan daya yang berguna (Basyirun, dkk, 2008: 23). Motor bakar tidak dapat mengubah semua energi bahan bakar

menjadi daya berguna. Secara alamiah setiap proses memerlukan energi, menghasilkan kerja untuk melakukan siklus, kemudian ada energi yang harus dibuang (Irawansyah, 2017: 6). Sebagian dari tenaga total yang dapat dihasilkan dari piston mesin hilang akibat gesekan dan energi kelembaman dari massa yang bergerak (Sutantra, 2001: 166). Konsep efisiensi menjelaskan bahwa perbandingan antar energi berguna dengan energi yang masuk secara alamiah tidak pernah mencapai 100%.



Gambar 2.15 Keseimbangan energi pada motor bakar  
Sumber: Basyirun, dkk (2008: 23)

Gambar 2.13 menunjukkan bahwa daya berguna pada motor bakar hanya 25%, artinya mesin mampu menghasilkan 25% daya berguna yang bisa dipakai sebagai penggerak dari 100% bahan bakar. Energi yang lainnya terbuang bersama gas buang, pendingin, dan gesekan yang terjadi selama proses atau siklus kerja motor bakar. Prestasi dari mesin kendaraan ditunjukkan dalam 3 besaran yaitu tenaga yang dapat dihasilkan, torsi yang dihasilkan, dan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi (Sutantra, 2001: 166). Menurut Vong, dkk (2006: 2), tenaga mesin dan torsi mencerminkan kinerja dinamis mesin, biasanya data mesin dan torsi diperoleh melalui tes dinamometer. Tenaga bersih yang dihasilkan dari poros

keluar mesin disebut “*brake horse power*” (Bhp). Tenaga total yang dapat dihasilkan dari piston mesin disebut “*indicated horse power*” (Ihp). Sebagian dari *indicated horse power* ini hilang akibat gesekan dan energi kelembaban dari massa yang bergerak yang disebut “*friction horse power*” (Aris munandar, 2014).

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Basyirun, dkk (2008: 24) merumuskan torsi sebagai berikut:

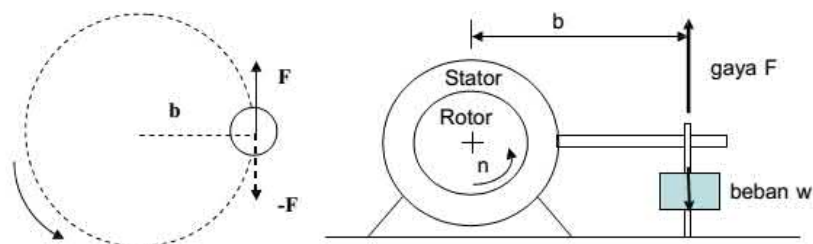
$$T = F \times b \text{ (N.m)}$$

dengan  $T$  = Torsi benda berputar (N.m)

$F$  = adalah gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

$b$  = adalah jarak benda ke pusat rotasi (m)

Torsi yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.



Gambar 2.16 Skema pengukuran torsi  
(Sumber : Basyirun, dkk, 2008: 24)

Pengukuran torsi dilakukan dengan menggunakan dinamometer. Basyirun, dkk (2008: 24) menjelaskan prinsip kerja dinamometer adalah dengan cara melakukan pembebanan yang berlawanan sampai putaran mendekati nol rpm. Besar beban atau pengereman dilambangkan dengan  $w$ . Pengujian torsi mesin dilakukan dengan cara menghubungkan poros mesin dengan rotor dinamometer.

Mesin dinyalakan kemudian rotor dinamometer akan ikut berputar dan menghasilkan gaya putar senilai  $F$ . Besar gaya  $F$  akan terbaca dengan cara melakukan pembebanan berlawanan sampai poros mesin hampir berhenti berputar. Beban maksimum ( $w$ ) yang terbaca menghasilkan  $-F$  yang nilainya sama dengan gaya putar poros mesin  $F$ . Torsi dihasilkan dari perkalian gaya dan jarak, sehingga dapat dituliskan dengan rumus:

$$T = w \times b \text{ (Nm)}$$

dengan  $T$  = adalah torsi mesin (Nm)

$w$  = adalah beban (kg)

$b$  = adalah jarak pembebanan dengan pusat perputaran

Sumber: Basyirun, dkk (2008: 24)

Berdasarkan perhitungan torsi di atas dapat diketahui jumlah energi yang dihasilkan mesin pada poros. Jumlah energi yang dihasilkan mesin setiap waktunya adalah yang disebut dengan daya mesin, sedangkan energi yang diukur pada poros mesin dayanya disebut daya poros.

Daya adalah besarnya kerja motor yang terjadi dalam waktu tertentu, biasanya satuan gaya menggunakan kilowatt (Arends dan Berenschot, 1980: 18). Daya yang dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder disebut dengan daya indikator. Daya indikator menurut Basyirun, dkk (2008: 25) adalah tenaga persatuan waktu operasi mesin untuk mengatasi semua beban mesin. Daya pada sepeda motor dapat diukur dengan menggunakan dinamometer. Daya rem ( $W_b$ ) yang dikirimkan oleh motor dan diserpa oleh dinamometer adalah hasil kali antara torsi dan kecepatan sudut. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:



$$P(\text{kW}) = 2\pi N(\text{rev / s}) \times T(\text{N.m}) \times 10^{-3}$$

Dengan:	T = Torsi	(Nm)
	N = Banyaknya rotasi per sekon	(rev/sec)
	P = Power	(kW)

Sumber: Heywood (1988: 46)

Daya yang dihasilkan motor dibedakan menjadi daya indikator dan daya efektif (daya poros). Daya indikator adalah merupakan sumber tenaga persatuan waktu operasi mesin untuk mengatasi semua beban mesin (Basyirun, dkk, 2008: 25). Daya indikator sebagian digunakan untuk mengatasi gesekan mekanik dan menggerakkan komponen mesin yang lain. Jadi daya indikator merupakan daya yang dihasilkan sebelum terjadi kerugian gesekan mekanik di dalam mesin. Daya efektif merupakan daya yang digunakan sebagai penggerak, daya efektif inilah yang merupakan daya berguna karena untuk menggerakkan beban. Daya efektif (daya poros) dapat dirumuskan secara spesifik sebagai berikut :

$$Ne = Ni - (Ng + Na)$$

dimana:

$Ne$	= daya efektif	(HP)
$Ni$	= daya indikator	(HP)
$Ng$	= kerugian daya gesek	(HP)

(Sumber: Basyirun, dkk, 2008: 25)

### 2.2.7 Dyno Test

*Dyno Test*/ dinamometer merupakan alat yang digunakan untuk mendapatkan nilai torsi (*torque*) dan *horse power* (HP) yang dihasilkan oleh mesin pada rpm (*revolutions per minute*) tertentu (Basyirun, dkk, 2008: 24). Menurut Simmons, dkk (2015: 149), *dynamometer* digunakan sebagai alat untuk mengukur tenaga

mesin, terutama untuk mengukur *output* atau torsi penggerak dari putaran mesin. Daya putaran mesin adalah produk dari torsi dan kecepatan sudut, komponen dasar *dynamometer* adalah sensor torsi dan tachometer. Ardianto dan Wulandari (2013: 294) menyatakan, prinsip kerja *dynamometer* yaitu membebani putaran mesin untuk mendapatkan torsi dan daya. Basyirun, dkk (2008: 24) juga menjelaskan, prinsip kerja *dynamometer* bahwa prinsip kerja *dynamometer* yaitu dengan memberi beban yang berlawanan terhadap arah putaran mendekati 0 rpm. Pada suatu penelitian yang membutuhkan pengujian mesin kendaraan tentunya sangat penting untuk mengetahui nilai torsi dan daya pada rpm tertentu. Pada *Chassis Dynamometer*, mesin kendaraan tersambung ke transmisi kemudian *ketransfer-case* dan ke *axle differential*. Sehingga pengujian ini menggunakan mesin dan seluruh sasis kendaraan dalam keadaan lengkap terpasang.



Gambar 2. 17 *Chassis Dynamometer*

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan data hasil penelitian, pembahasan perancangan dan analisis tentang pengaruh penggunaan modifikasi penambahan sistem injeksi pada motor bakar karburator dibandingkan dengan sistem bahan bakar standar karburator dan standar injeksi terhadap daya dan torsi dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil perancangan modifikasi sistem injeksi pada mesin honda Karisma 125 dibagi menjadi dua bagian. Berikut hasil perancangan sistem modifikasi injeksi:
  - a. Komponen pokok yang dibutuhkan dan spesifikasinya untuk modifikasi injeksi yaitu mulai dari tangki bahan bakar bawaan kendaraan, pompa injeksi Supra PGM FI beserta selang tekanan, injektor, *intake manifold* Supra PGM FI, *throttle body original* Honda dengan ukuran venturi 24 mm, sensor MAP (*manifold air pressure*) merk Honda, sensor TPS (*throttle position sensor original* Honda Supra PGM FI, sensor EOT (*engine oil temperature*) dan ECU beserta kabel bodi kendaraan *original* Honda Supra PGM FI. Komponen pendukung untuk menyempurnakan kondisi mesin yaitu *roller rocker arm, fuel adjuster* dan filter udara racing.
  - b. Tata letak komponen mulai dari tangki bahan bakar, pompa injeksi, injektor, *throttle body, intake manifold*, sensor MAP dan TPS sama seperti bawaan Honda Supra PGM FI. Perbedaan letak terjadi pada sensor EOT karena harus melakukan pengecoran pada dinding luar silinder sebagai tempat sensor EOT.

*Roller rocker arm* dan filter udara letak pemasangannya sama seperti sepeda motor pada umumnya. *Fuel adjuster* dipasang diantara ECU dan injektor, *fuel adjuster* memiliki 4 kabel warna merah, hitam, biru dan kuning. Pemasangan dilakukan dengan memutus satu kabel yang berhubungan antara ECU dan injektor. Kemudian terdapat kabel berwarna biru dari *fuel adjuster* disambungkan ke kabel dari ECU dan kabel warna kuning disambungkan ke kabel injektor. Sisa kabel warna merah dihubungkan ke positif baterai dan kabel warna hitam dihubungkan ke negatif baterai.

2. Penelitian yang dilakukan menggunakan *Dynamometer*, daya tertinggi dihasilkan pada putaran mesin 6500 rpm dengan menggunakan modifikasi penambahan injeksi pada motor bakar karburator sebesar 9,23 HP. Nilai rata-rata daya pada penggunaan modifikasi injeksi dan standar injeksi mendapat hasil yang lebih tinggi daripada penggunaan sistem bahan bakar standar karburator. Hal tersebut membuktikan bahwa adanya perbedaan teknologi antara sistem bahan bakar konvensional dengan yang diatur menggunakan kontrol elektronik. Penambahan modifikasi injeksi pada motor bakar karburator mampu memberikan daya yang lebih dibandingkan dengan standar injeksi pabrikan. Perlakuan pergantian, peletakan dan penambahan komponen pada mesin modifikasi injeksi mampu mendongkrak *power* mesin menjadi lebih maksimal. Berdasarkan pada hasil penelitian antara modifikasi injeksi, standar karburator dan standar injeksi, terjadi peningkatan dan penurunan besarnya daya dan torsi pada putaran mesin tertentu. Hasil dari ketiga variasi perbandingan, daya tertinggi terjadi pada penggunaan modifikasi injeksi.

3. Penelitian terhadap performa mesin berupa torsi yang dilakukan pada mesin motor Honda Karisma 125 cc modifikasi injeksi, standar karburator dan Honda Supra 125 PGM FI standar injeksi, terbukti bahwa penggunaan Honda Karisma yang telah dimodifikasi injeksi memperoleh performa mesin paling maksimal. Torsi rata-rata yang mampu dihasilkan mesin modifikasi injeksi sebesar 11,79 N.m pada putaran mesin 2500 rpm. Pengujian nilai torsi mengalami kenaikan dan penurunan pada putaran tertentu terjadi pada semua mesin. Penelitian modifikasi penambahan sistem injeksi pada motor bakar karburator terhadap performa mesin sepeda motor Honda Karisma 125 dibandingkan dengan mesin standar karburator dan standar injeksi dapat disimpulkan bahwa, penambahan modifikasi injeksi mempengaruhi torsi mesin yang dihasilkan. Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian, modifikasi injeksi memperoleh nilai hasil daya 2,1% lebih besar dari sistem karburator dan 0,3% dari standar injeksi. Mesin modifikasi injeksi mendapatkan nilai torsi 4,3% lebih tinggi dari sistem karburator dan 1,6% lebih tinggi dari standar injeksi.

## **5.2 Saran**

1. Penelitian dilakukan dengan menaikkan kompresi mesin sebesar 11: 1 beserta perubahan jenis bahan bakar pertamax plus.
2. Melakukan perubahan noken as untuk merubah durasi katup masuk dan keluar menjadi 259/ 251 derajat pada mesin modifikasi injeksi.
3. Melakukan perbandingan torsi diatas 11,50 N.m dan daya diatas 9,50 HP antara mesin karburator, modifikasi injeksi dan standar injeksi dengan menggunakan komponen balap/ *racing part*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardianto, A. dan D. Wulandari. 2013. Analisa Keakurasian Engine Water Brake Dynamometer. *Jurnal Teknik Mesin* 1(02): 294-302.
- Arends, B. P. M. dan H. Berenschot. 1980. *Motor Bensin*. Terjemahan Sukrisno, Umar. Jakarta: Erlangga.
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Edisi Revisi VI. Jakarta: Asdi Mahasatya.
- Askan, A. 2016. Pengaruh Bahan Bakar, Kecepatan dan Porting Lubang Intake-Exhaust terhadap Kinerja Motor Bakar Bensin Empat Langkah. *Jurnal @Trisula LP2M Undar* 1(4): 427-436.
- Bilgin, A. 2009. Investigation of the Effect of Dual Ignition on the Exhaust Emissions of an SI Engine Operating on Different Conditions by Using Quasi-dimensional Thermodynamic Cycle Model. *Strojarstvo* 51 (5): 459-464.
- Blair, G. P. 1996. *Design and Simulation of Two-Stroke Engines*. United States of America: Society of Automotive Engineers.
- Costa, R. C., S. D. M. Hanriot, dan J. R. Sodr e, 2014. Influence of Intake Pipe Length and Diameter on the Performance of a Spark Ignition Engine. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering* 36(1): 29-35.
- Fajarudin, R., A. Wibowo, dan A. Farid. 2016. Analisa Modifikasi Intake Manifold terhadap Kinerja Mesin Sepeda Motor 4 Tak 110cc. *Engineering* 12(1): 36-42.
- Fatkhuniam, A., M. B. R. Wijaya, dan A. Septiyanto. 2018. Perbandingan Penggunaan Filter Udara Standar dan Racing Terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor Empat Langkah. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 3(2): 130-137
- Heywood, J. B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. United States of America: McGraw-Hill.
- Huda, A. C. dan P. H. Adiwibowo. 2014. Pengaruh Pemanfaatan Gas Buang sebagai Pemanas Intake Manifold terhadap Performa Mesin Supra X Tahun 2002. *Jurnal Teknik Mesin* 3(02): 158-165.
- Irawansyah, H. 2017. *Mesin Konversi Energi*. Diktat Kuliah. Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat.

- Jama, J. dan Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 2 untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Kamarullah, 2015. Salah Arah Tata Kelola Migas Kita dan Tawaran Solusinya. <https://dennyrezakamarullah.wordpress.com/2015/03/23/salah-arah-tata-kelola-migas-kita-dan-tawaran-solusinya/>. 12 september 2018.
- Khoiron, A. M. dan E. Sutadji. (2016). Kontribusi Implementasi Pendidikan Karakter dan Lingkungan Sekolah terhadap Berpikir Kreatif serta Dampaknya pada Kompetensi Kejuruan. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran (JPP)* 22(2): 103-116.
- Kompasiana, 2016. Senjakala Migas. <https://www.kompasiana.com/arnold.otp/57b178936523bd8a0f536ca9/senjakala-migas>. 12 September 2018.
- Pertamina. 2007. *Material Safety Data Sheet (Lembar Data Keselamatan Bahan)*. Jakarta Pusat: PT. Pertamina (Persero).
- Basyirun, Rahardjo.W. D., Karnowo. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Buku Ajar. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Sampurno, S., D. Widjanarko, dan W. D. Basyirun, dkk. 2010. Pengaruh Variasi Penyetelan Celah Katup Masuk terhadap Efisiensi Volumetrik Rata-rata pada Motor Diesel Isuzu Panther C 223 T. *Jurnal Profesional Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang* 8(1): 42-50.
- Simmons, A., T. K. A. Brekken, P Lomonaco, dan C. Michelen. 2015. Creating a Dynamometer for Experimental Validation of Power Take-Off Forces on a Wave Energy Converter. In *Technologies for Sustainability (SusTech), 2015 IEEE Conference on* (pp. 148-153). IEEE.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan--Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Cetakan Ke-21. Bandung: Alfabeta
- Sutantra, I. N. 2001. *Teknologi Otomotif*. Edisi Pertama. Surabaya: Guna Widya.
- Vong, C. M., P. K. Wong, dan Y. P. Li. 2006. Prediction of Automotive Engine Power and Torque using Least Squares Support Vector Machines and Bayesian Inference. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 19(3): 277-287.
- Wibowo. N. B, 2016. Analisa Variasi Bahan Bakar Terhadap Performa Mesin Bensin 4 Langkah. Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Winarto, E. 2014. Pengaruh Modifikasi Sudut Kelengkungan Intake Manifold terhadap Performa Mesin pada Motor Empat Langkah. *Jurnal Teknik Mesin* 2(02): 196-202.