

**PERBANDINGAN PENGGUNAAN VARIASI JUMLAH LUBANG
INJECTOR TERHADAP DAYA DAN TORSI PADA SEPEDA MOTOR
BEAT PGM FI 110 CC**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Teknik Otomotif Sebagai Salah
Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



OLEH:

ACHMAD EKA SAPUTRA

NIM. 16073001/2016

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

**PERBANDINGAN PENGGUNAAN VARIASI JUMLAH LUBANG
INJECTOR TERHADAP DAYA DAN TORSI PADA SEPEDA MOTOR
BEAT PGM-FI 110 CC**

Nama : Achmad Eka Saputra
NIM : 16073001
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2021

**Disetujui Oleh:
Dosen Pembimbing,**



Drs. Erzeddin Alwi, M.Pd
NIP. 19600303 198503 1 001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan**



Prof. Dr. Wakhinuddin S, M.Pd
NIP. 19600314 198503 1 003



PENGESAHAN SKRIPSI

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Skripsi Di Depan Tim Penguji
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Judul : Perbandingan penggunaan variasi jumlah lubang
injector terhadap daya dan torsi pada sepeda motor
Beat PGM-FI 110 CC

Nama : Achmad Eka Saputra

NIM : 16073001

Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Jurusan : Teknik Otomotif

Fakultas : Teknik

Padang, 17 Februari 2021

Nama

1. Ketua : Drs. Erzeddin Alwi, M.Pd
2. Sekretaris : Toto Sugiarto, S.Pd, M.Si
3. Anggota : Dedi Setiawan, S.Pd, M.Pd.T

Tanda Tangan

1.....

2.....

3.....

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya berupa skripsi dengan judul “Perbandingan Penggunaan Variasi Lubang *Injector* Terhadap Daya Dan Torsi Pada Sepeda Motor Beat PGM FI 110 CC” ini sepenuhnya karya saya sendiri.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali dari pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan yang berlaku.

Padang, Februari 2021

Yang menyatakan,



Achmad Eka Saputra
NIM. 16073001/2016

ABSTRAK

Achmad Eka Saputra: “Perbandingan Penggunaan Variasi Lubang *Injector* Terhadap Daya dan Torsi Pada Sepeda Motor Beat PGM-FI 110 Cc”

Penelitian ini membahas tentang perbandingan penggunaan variasi lubang *injector* terhadap daya dan torsi pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC dengan menggunakan 3 variasi lubang *injector* yaitu *injector* lubang 4, *injector* lubang 6 dan *injector* lubang 8. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan pengaruh penggunaan variasi lubang *injector* terhadap daya dan torsi yang dihasilkan oleh objek penelitian. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen atau *true experimental research*. Objek penelitian ini adalah sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC.

Pada perlakuan penggunaan *injector* lubang 8 dengan torsi dan daya yang dihasilkan masing-masing sebesar 6,15 Kw dan 9,166667 N.m dengan persentase penurunan masing-masing sebesar 0,98% dan 0,843% jika dibandingkan dengan daya dan torsi yang dihasilkan oleh *injector* lubang 6. Sedangkan pada *injector* lubang 4 juga mengalami peningkatan torsi yaitu 9,103333 dengan persentase peningkatan sebesar 0,147% jika dibandingkan dengan torsi yang dihasilkan oleh *injector* lubang 6. Namun mengalami penurunan pada daya yaitu 6,053333 dengan persentase penurunan sebesar 0,60% jika dibandingkan dengan *injector* lubang 6.

Setelah melalui uji banding menggunakan uji T dengan taraf signifikan 5% dapat dikatakan kenaikan daya dan torsi pada perlakuan menggunakan *injector* lubang 8 tidak signifikan, sedangkan pada *injector* lubang 4 dapat dikatakan kenaikan torsi tidak signifikan, mengalami penurunan daya yang tidak signifikan. Berbanding terbalik dari pengujian rata-rata daya dan torsi pada *injector* lubang 8 dan *injector* lubang 4.

Kata kunci : *injector*, daya dan torsi dan Beat PGM-FI 110 CC

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena telah memberikan Rahmat dan petunjuk yang begitu besar dan nyata, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: **“PERBANDINGAN PENGGUNAAN VARIASI JUMLAH LUBANG INJECTOR TERHADAP DAYA DAN TORSI PADA SEPEDA MOTOR BEAT PGM-FI 110 CC”**.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk melengkapi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana S1 pada Program Studi Pendidikan Otomotif, Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Dalam penulisan skripsi ini, tidak terlepas bantuan dari berbagai pihak sehingga dengan bantuan tersebut skripsi ini dapat diselesaikan. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dengan hati yang tulus ikhlas kepada:

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Prof. Dr. Wakhinuddin S, M.Pd selaku ketua Jurusan Teknik Otomotif.
3. Bapak Wagino, S.Pd, M.Pd,T selaku Sekretaris Jurusan.
4. Bapak Drs.Erzeddin Alwi, M.Pd selaku Pembimbing dan memberikan motivasi dan arahan dalam skripsi ini.
5. Bapak Toto Sugiarto, S.Pd, M. Si selaku penguji 1 dan memberikan arahan dalam skripsi ini.
6. Bapak Dedi Setiawan, S.Pd, M.Pd. T selaku penguji 2 dan memberikan arahan dalam skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
8. Teristimewa orang tua tercinta yang telah memberikan dorongan dan motivasi kepada penulis baik secara materil maupun non materil dalam mengikuti perkuliahan sampai menyelesaikan skripsi ini.

9. Sahabat, rekan-rekan dan semua pihak yang banyak membantu.
10. Berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu yang ikut berpartisipasi memberikan bantuan dan dorongan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas jasa Bapak dan Ibu serta rekan-rekan semua,
Aamiin.....

Penulis menyadari dalam pembuatan skripsi ini tidak luput dari kesalahan dan masih terdapat kekurangan dikarenakan keterbatasan dan kemampuan penulis, untuk itu dengan kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan memperbaiki demi kesempurnaan di masa yang akan datang.

Padang, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
 BAB 1 PENDAHULUAN	
A. Latar belakang.....	1
B. Identifikasi masalah	7
C. Batasan masalah.....	7
D. Rumusan masalah	8
E. Tujuan penelitian	8
F. Asumsi penelitian.....	8
G. Manfaat penelitian	8
 BAB II KAJIAN TEORI	
A. Deskripsi teori	10
B. Penelitian relevan.....	33
C. Kerangka berfikir	35
D. Hipotesis penelitian.....	36
 BAB III METODE PENELITIAN	
A. Desain penelitian.....	37
B. Definisi operasional	37
C. Variable penelitian	39
D. Objek penelitian	40

E. Jenis dan sumber data	42
F. Instrumen penelitian.....	42
G. Prosedur penelitian.....	43
H. Teknik dan alat pengumpulan data	45
I. Teknik analisa data	46

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil penelitian	49
B. Analisa dan pembahasan.....	60
C. Keterbatasan penelitian.....	66

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	67
B. Saran	69

DAFTAR PUSTKA.....	70
---------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data perkembangan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia	1
2. Spesifikasi <i>injector</i> lubang 6	24
3. Spesifikasi <i>injector</i> lubang 4	24
4. Spesifikasi <i>injector</i> lubang 8	25
5. Spesifikasi dari sepeda motor yang digunakan	40
6. Bahan bakar sesuai dengan rasio kompresi	41
7. Spesifikasi debit penginjeksian <i>injector</i> diteliti	41
8. Gambar prosedur penelitian	44
9. Table hasil pengukuran daya	45
10. Table hasil pengukuran torsi	45
11. Data pengujian daya dan torsi <i>injector</i> lubang 4	49
12. Data pengujian daya dan torsi <i>injector</i> standar lubang 6	50
13. Data pengujian daya dan torsi <i>injector</i> standar lubang 8	51
14. Hasil uji T daya antara <i>injector</i> lubang 6 dan <i>injector</i> lubang 4	58
15. Hasil uji T daya antara <i>injector</i> lubang 6 dan <i>injector</i> lubang 8	58
16. Hasil uji T torsi antara <i>injector</i> lubang 6 dan <i>injector</i> lubang 4	59
17. Hasil uji T torsi antara <i>injector</i> lubang 6 dan <i>injector</i> lubang 8	60
18. Hasil uji T statistic daya dan torsi pada taraf signifikan 5%	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Prinsip kerja motor empat langkah	11
2. Sistem pembakaran pada mesin 2 langkah	14
3. Skema sistem EFI pada motor	16
4. Skema kontruksi dasar mesin EFI	17
5. Bentuk kontruksi <i>injector</i>	21
6. Kontruksi <i>injector</i>	22
7. <i>Injector</i> standar lubang 6	23
8. <i>Injector</i> lubang 4	24
9. <i>Injector</i> lubang 8	25
10. Tipe-tipe bentuk lubang <i>injector</i>	26
11. Tipe-tipe <i>injector</i> dan bentuk <i>connector</i>	27
12. Kerangka berfikir	36
13. Prosedur penelitian	45
14. Grafik hasil pengujian perbandingan daya <i>injector</i> lubang 6 dan lubang 4....	52
15. Grafik hasil pengujian perbandingan daya <i>injector</i> lubang 6 dan lubang 8....	53
16. Grafik hasil pengujian perbandingan torsi <i>injector</i> lubang 6 dan lubang 4	54
17. Grafik hasil pengujian perbandingan torsi <i>injector</i> lubang 6 dan lubang 8	55
18. Diagram hasil rata-rata pengujian daya pada <i>injector</i> lubang 6,4 dan 8.....	56
19. Diagram hasil rata-rata pengujian torsi pada <i>injector</i> lubang 6,4 dan 8	57
20. Diagram hasil rata-rata pengujian daya pada <i>injector</i> lubang 6 dan 4.....	61
21. Diagram hasil rata-rata pengujian daya pada <i>injector</i> lubang 6 dan 8.....	62
22. Diagram hasil rata-rata pengujian torsi pada <i>injector</i> lubang 6 dan 4	63
23. Diagram hasil rata-rata pengujian torsi pada <i>injector</i> lubang 6 dan 8	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat izin melakukan penelitian	73
2. Perbandingan persentasi hasil pengujian	74
3. Standar deviasi	75
4. Penyelesaian hasil uji T.....	79
5. T tabel.....	83
6. Grafik daya dan torsi <i>injector</i> lubang 4.....	84
7. Grafik daya dan torsi <i>injector</i> lubang 6.....	87
8. Grafik daya dan torsi <i>injector</i> lubang 8.....	90
9. Pengujian debit <i>injector</i> lubang 4, lubang 6 dan lubang 8	93
10. Pengujian tahanan <i>injector</i> lubang 4, lubang 6 dan lubang 8	96
11. Perbaikan servis cvt sebelum pengujian alat dyno test	97
12. Bentuk lubang <i>injector</i> lubang 4, lubang 6 dan lubang 8	97
13. Pegujian menggunakan alat dynotest dibengkel <i>teckleq speed shop</i> terhadap daya dan torsi pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC	98

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kendaraan merupakan alat transportasi yang digunakan untuk memindahkan suatu benda dari suatu tempat ketempat lainnya. Transportasi sangat dibutuhkan manusia untuk beraktivitas sehari-hari. Apalagi pada zaman teknologi pada saat sekarang ini, transportasi merupakan bagian penting dalam setiap bidang kehidupan seperti bidang ekonomi, pemerintah, pendidikan, kebudayaan, dan lain-lain.

Perkembangan kendaraan bermotor setiap tahunnya mengalami peningkatan jumlah yang sangat pesat. Terutama dalam menciptakan kendaraan yang ramah lingkungan, juga dikembangkan teknologi kendaraan dengan konsumsi bahan bakar yang hemat guna memperoleh daya yang optimal. Berdasarkan data dari badan pusat statistik Indonesia pada Tahun 2019 jumlah kendaraan bermotor dari Tahun 2015-2018 mengalami peningkatan.

Tabel 1. Data Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia.

Jenis Kendaraan	Tahun			
	2015	2016	2017	2018
Mobil Penumpang	13.480.973	14.580.666	15.423.968	16.440.987
Mobil Barang	242.0917	2.486.898	2.509.258	2.538.182
Mobil Barang	6.611.028	7.063.433	7.289.910	7.778.544
Sepeda Motor	98.881.267	105.150.082	111.988.683	120.101.047
Jumlah	121.394.185	129.281.079	137.211.818	146.858.759

Sumber: Badan Pusat *Statistic*, Tahun 2019.

Berdasarkan tabel diatas, dapat terlihat bahwa jumlah kendaraan sepeda motor pada tahun 2018 yaitu 120.101.047 lebih tinggi dari pada tahun 2017 yaitu 111.988.683, tahun 2016 yaitu 105.150.082 dan tahun 2015 yaitu 98.881.267. berdasarkan data diatas, bahwasanya dapat disimpulkan bahwa kendaraan sepeda motor dalam waktu 1 tahun mengalami peningkatan jumlah kendaraan itu dikarenakan bahwasanya sepeda motor banyak diminati oleh masyarakat umum.

Meningkatnya alat transportasi ini dikarenakan sepeda motor itu sangat efektif dan mudah di operasikan, beserta biaya perawatan yang murah di bandingkan dengan kendaraan roda empat, dan harga yang terjangkau oleh masyarakat menengah. Seiring dengan hal tersebut, industri otomotif khususnya dibidang produsen berlomba-lomba mengeluarkan produk dengan berbagai fitur dan kelebihan dari produk sebelumnya, serta model dan warna yang membuat konsumen tertarik. Dengan hal tersebut, teknologi otomotif khususnya dibidang produksi sepeda motor berpacu menciptakan inovasi pada kendaraan roda dua. Tentu saja semua itu dilakukan untuk memberikan produk yang terbaik dan laku dipasaran. Salah satu produksinya yaitu sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC.

Agar sepeda motor tersebut memiliki daya dan torsi yang baik, serta bahan bakar yang ekonomis, dan emisi gas buang yang sangat rendah. Bahwasannya sepeda motor dikatakan mempunyai daya dan torsi yang baik, jika mesin memiliki *performance* yang maksimal sesuai dengan volume dan jumlah silindernya.

Berdasarkan observasi terhadap beberapa bengkel yang telah peneliti lakukan dari tanggal 2 s/d 3 Desember tahun 2020 di beberapa bengkel di kota Padang yakni bengkel BNC Motor, Putra Buana Motor, Gudang Motor, Sinar Motor Dan Hidup Bersama Motor. Menurut keluhan sebagian konsumen kepada mekanik bengkel yaitu pada saat tarikan awal daya yang dihasilkan sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC kurang maksimal, membuat konsumen pengguna motor Beat PGM-FI 110 CC kurang puas terhadap daya yang dimilikinya. Dari pendapat beberapa mekanik bengkel mengatakan bahwa untuk menaikkan daya mesin, dapat dilakukan dengan memodifikasi komponen pada mesin salah satunya yaitu sistem penyemprotan bahan bakar. Masyarakat dan mekanik bengkel berasumsi dengan memodifikasi sistem penyemprotan bahan bakar yang dapat meningkatkan daya beserta torsi yang mana kondisi itu belum terbukti menggunakan alat uji standar.

Masalah lain yang juga ditemukan saat observasi lapangan pada tanggal 05 Januari tahun 2021 di beberapa bengkel resmi di kota Padang yakni bengkel Mitra Jaya Servis, Laris Motor, Dani Servis. Menurut keluhan konsumen kepada mekanik bengkel yaitu pada saat sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC digunakan jarak jauh membuat mesin sepeda motor panas mengakibatkan *performance* yang dihasilkan sepeda motor berkurang. Hal ini membuat sebagian masyarakat yang suka pergi pulang kampung dan pergi touring kurang nyaman dalam menggunakan sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC. Hal ini juga melandasi tingginya keinginan sebagian masyarakat dan mekanik bengkel untuk melakukan modifikasi terhadap sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC untuk mendapatkan

performance mesin yang lebih baik namun juga efisiensi pemakaian bahan bakar yang tergolong irit untuk pemakaian jarak jauh.

Dari keluhan sebagian masyarakat terhadap daya dan torsi pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC. Maka Mekanik bengkel dan sebagian masyarakat umum banyak melakukan modifikasi pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC untuk mendapatkan *performance* mesin yang baik diantaranya dengan memodifikasi *cam shaft* untuk mendapatkan durasi pembukaan katup yang paling pas agar kendaraan mendapatkan performa mesin yang bagus, modifikasi sistem bahan bakar dengan mengubah jumlah lubang *injector* pada sepeda motor, mengganti pemakain *rooler racing* dan juga mengganti komponen sistem pengapian seperti mengganti unit ECU standar dan memakai ECU *racing*. Disini peneliti fokus pada variasi jumlah lubang *injector* untuk mendapatkan *performance* yang baik untuk sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC.

Dengan perkembangan teknologi dibidang otomotif yang sudah sangat maju, sistem teknologi yang sudah lama digunakan yaitu sistem bahan bakar tipe karburator yang berfungsi untuk mencampurkan udara dan bahan bakar di karbuartor dan masuk ke *intake manifold* dan dibakar di ruang silinder. Pada sistem bahan bakar tipe karburator pada saat ini dianggap kurang baik karena campuran bahan bakar yang terlalu banyak dari kebutuhan mesin yang diinginkan, karena untuk pencampuran udara dan bahan bakar masih diseting secara manual sehingga berdampak pada kurangnya *performance* yang dihasilkan oleh sepeda motor, (Hidayat 2012:116). Oleh karena itu pada saat sekarang ini telah dikembangkan teknologi otomotif modern yaitu sistem bahan bakar injeksi yang

dijalankan secara elektronik atau lebih dikenal dengan istilah sistem EFI (*electronic fuel injection*). Sistem EFI kadang disebut dengan EGI (*Electronic Gasoline Injection*), EPI (*Electronic Petrol Injection*), PGM-FI (*Programmed Fuel Injection*) dan *engine management*. Sehingga proses pencampuran bahan bakar dan udara bisa lebih baik.

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan sistem PGM-FI pada sepeda motor Beat 110 CC. Dalam sistem kerjanya, sistem PGM-FI dikontrol secara *elektronik* agar menghasilkan campuran udara dan bahan bakar secara optimum sesuai dengan durasi penginjeksian melalui komponen *injector*. Fungsi *injector* pada sepeda motor adalah sebagai penyemprotan bahan bakar ke saluran masuk (*intake manifold*) sebelum katup hisap namun ada juga yang ke *throttle body*, volume penyemprotan disesuaikan oleh waktu pembukaan *nozzle/injector*, lama penyemprotan dikontrol melalui perhitungan dari ECU, (Trisianto, Dkk 2016 :1). Perhitungan tersebut didapat dari informasi oleh sensor yang mendeteksi kondisi suhu mesin. Dikarenakan *injector* sangat berpengaruh terhadap jumlah penyemprotan bahan bakar ke dalam silinder, itu sangat berpengaruh terhadap *performance* pada sepeda motor.

Penelitian yang dilakukan oleh Hermawan, Dkk (2020:77) Menyatakan bahwa untuk meningkatkan *performance* sepeda motor salah satu caranya adalah dengan memperbaiki proses penginjeksian bahan bakar dalam proses pembakaran sehingga terjadi pembakaran yang baik. Dengan perubahan jumlah lubang *injector* itu akan dapat mempengaruhi debit penginjeksian bahan bakar ke dalam silinder di setiap proses langkah kerja mesin. Jumlah campuran udara dan bahan bakar

dapat ditingkatkan dengan memperbesar lintasan aliran campuran udara dan bahan bakar itu sendiri, dan semakin kecil ukuran partikel bahan bakar, maka semakin homogen pula campuran bahan bakar dan udara sehingga *performace* mesin akan semakin baik. Salah satu yang mempengaruhi jumlah bahan bakar dan efisiensi *volumetric* yaitu sistem *injector* dengan cara memvariasikan lubang *injectornya*.

Dalam hal ini peneliti tertarik untuk melakukan perlakuan/*treatment* terhadap sistem penyemprotan bahan bakar dengan cara penggantian *injector* pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC yaitu dengan penggantian *injector* lubang 4 dan *injector* lubang 8 yang bertujuan untuk mendapatkan daya dan torsi yang lebih baik, dikarenakan *injector* sepeda motor Beat PGM-FI hanya mempunyai 6 lubang penyemprotan bahan bakar pada *injectornya* dengan selisih 2 lubang penyemprotan bahan bakar dengan yang digunakan sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC saat ini.

Maka dalam penelitian ini, peneliti fokus pada perbandingan penggunaan variasi jumlah lubang *injector* terhadap daya dan torsi pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC. Berdasarkan acuan penelitian ini, penggunaan *injector* standar pabrikan sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC adalah *injector* lubang 6. Maka disini peneliti menggunakan perbandingan penggunaan yaitu dengan *injector* lubang 4 dan *injector* lubang 8. Guna mendapatkan perbandingan daya dan torsi yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC. Sehingga penelitian ini dapat diaplikasikan oleh peneliti sendiri ataupun sebagian masyarakat umum.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang sebelumnya, maka identifikasi masalah difokuskan pada permasalahan sebagai berikut:

1. Sebagian masyarakat kurang puas terhadap sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC dikarenakan pada saat tarikan awal daya yang dihasilkan sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC kurang maksimal, membuat masyarakat dan mekanik bengkel banyak melakukan modifikasi untuk meningkatkan daya beserta torsi yang mana kondisi itu belum terbukti menggunakan alat uji standar.
2. Sebagian masyarakat yang suka pergi pulang kampung dan pergi *touring* kurang nyaman dalam menggunakan sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC dikarenakan pada saat sepeda motor Beat digunakan jarak jauh membuat mesin sepeda motor panas mengakibatkan *performance* yang dihasilkan sepeda motor berkurang.
3. Penggantian *injector* dengan jumlah lubang yang berbeda berpotensi memiliki debit penginjeksian yang berbeda yang dapat mempengaruhi *performance*.

C. Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini terfokus dan terarah, berdasarkan uraian diatas, dijelaskan bahwa perbandingan penggunaan variasi jumlah lubang *injector* pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC akan terdapat perbedaan pada daya dan torsi yang dihasilkan.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perbandingan daya dan torsi yang dihasilkan pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC menggunakan *injector* standar lubang 6 dengan perbandingan penggunaan *injector* lubang 4 dan *injector* lubang 8?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan tentang:

1. Mengetahui Seberapa besar pengaruh perbandingan penggunaan variasi jumlah lubang *injector* terhadap peningkatan daya dan torsi pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC.

F. Asumsi Penelitian

Agar tujuan penelitian dapat dicapai sesuai harapan, maka penelitian mengasumsikan beberapa keadaan:

1. Alat ukur yang digunakan adalah alat ukur yang standar dan layak digunakan.
2. Bahan bakar yang digunakan selama penelitian adalah pertamax.
3. Kondisi temperatur kerja mesin sudah mencapai kondisi temperatur 85⁰ C.

G. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Untuk menambah ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang otomotif dan memberikan informasi kepada masyarakat umum dan mekanik bengkel

manfaat penggunaan sepeda motor tentang perbandingan penggunaan lubang *injector* terhadap daya dan torsi pada sepeda motor Beat PGM-f1 110 CC.

2. Sebagai referensi penelitian lebih lanjut dalam perbandingan penggunaan variasi *injector* standar lubang 6, *injector* lubang 4 dan *injector* lubang 8 pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC.
3. Sebagai sarat untuk menyelesaikan S1 di Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif di Universitas Negeri Padang.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

Untuk mendukung penelitian ini, maka perlu dikemukakan teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan dan ruang lingkup pembahasan sebagai landasan pada penelitian ini.

1. Motor Bensin

Menurut Amin & Ismet (2016:21) menyatakan bahwa sebagai sebuah mesin konversi energi, bahwa motor bensin di mana energi kimia yang dikandung bahan bakar dan udara menjadi energi mekanis dengan proses pembakaran. Menurut Hidayat (2012:22) menyatakan bahwa di mana sumber tenaga mesin yang mengubah bahan bakar menjadi energi gerak berputar, yang bisa diukur dengan *Horse Power* (HP).

Motor bensin menurut Marsudi (2010:1) menyatakan bahwa mesin berfungsi untuk mengubah tenaga dari hasil pembakaran campuran udara dan bensin di dalam suatu ruang bakar menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik, karena mesin itu menggunakan bahan bakar bensin maka disebut motor bensin. Menurut Daryanto (2008:62) menyatakan bahwa sistem pengapian menghasilkan arus tegangan tinggi yang dapat memproduksi loncatan bunga api listrik diantara elektroda busi dan membakar gabungan bahan bakar dan udara. Oleh sebab itu dinamai dengan motor bensin, Sifat motor bensin yaitu memiliki temperatur pengapian langsung lebih jauh dibandingkan solar maka dari itu dibutuhkan busi untuk memulainya pembakaran pada motor bensin.

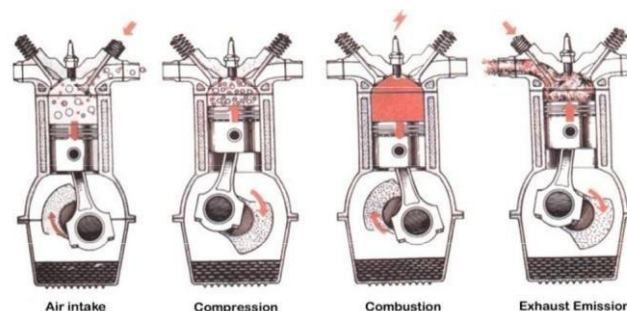
Berdasarkan tanggapan diatas dapat diambil kesimpulan yaitu motor bensin merupakan mesin yang menggunakan bahan bakar besin dan udara, yang di mana penyalannya menggunakan busi. Maka dari itu energi kimia menjadi energi gerak putar, yang di mana dapat diukur dengan *Horse Power* (HP). Pada penelitian kali ini penulis menggunakan motor bensin 4 tak yaitu sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC.

2. Prinsip Kerja Motor Bensin

Menurut Hidayat (2012:14) menyatakan bahwa prinsip kerja motor bensin adalah mesin yang bekerja memanfaatkan energi dari hasil gas panas hasil proses pembakaran yang berlangsung didalam silinder mesin yang berfungsi sebagai *fluida* kerja menjadi tenaga atau energi panas. Motor bensin terbagi menjadi dua bagian yaitu:

a. Motor Bensin 4 Langkah (*four stroke engine*)

Menurut Hidayat (2012:16-18) menyatakan bahwa motor 4 langkah adalah motor yang setiap siklusnya kerjanya diselesaikan dalam empat kali gerak bolak balik langkah piston atau dua kali putaran poros engkol (*crank shaft*). Mesin empat tak memiliki langkah torak antara lain; langkah hisap, langkah kompresi, langkah kerja dan langkah buang.



Gambar 1. Prinsip Kerja Motor Empat Langkah.
Sumber: Hidayat (2012:18).

1) Langkah Hisap

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB). Katup hisap dibuka dan katup buang ditutup, karena terjadi tekanan vacuum dalam silinder, selanjutnya campuran udara dan bahan bakar terhisap masuk melalui katup hisap untuk mengisi ruang silinder.

2) Langkah Kompresi

Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). Katup hisap dan katup buang masih tertutup. Pada proses ini campuran bahan bakar dan udara ditekan atau kompresi, akibatnya tekanan dan temperaturnya naik sehingga akan memudahkan proses pembakaran.

3) Langkah Kerja

Piston bergerak dari titik mati atas (TMA) menuju titik mati bawah (TMB). katup hisap dan katup buang masih tertutup. Sesaat piston menjelang titik mati atas (TMA), busi pijar menyalakan percikan bunga api seketika campuran bahan bakar dan udara terbakar secara cepat berupa ledakan. Dengan terjadinya ledakan, maka menghasilkan tekanan sangat tinggi untuk mendorong piston ke bawah, sebagai tenaga atau usaha yang dihasilkan mesin.

4) Langkah Buang

Piston bergerak dari titik mati bawah (TMB) menuju titik mati atas (TMA). katup hisap tertutup dan katup buang dibuka. Pada proses

ini gas yang telah terbakar dibuang oleh dorongan piston keatas dan selanjutnya mengalir melalui katup buang. pada posisi ini poros engkol (*crank shaft*) telah berputar dua kali putaran penuh dalam satu siklus dari empat langkah.

Menurut pendapat Hidayat (2012: 16) menyatakan bahwa motor yang setiap siklus kerjanya diselesaikan dalam empat kali gerak bolak-balik langkah piston atau dua kali putaran poros engkol (*Crank Shaft*). Motor bensin dapat dibedakan menjadi dua jenis menurut Winoko & Ridho (2019:2) menyatakan bahwa terdapat dua jenis motor bensin yaitu motor bensin dua langkah dan motor bensin empat langkah. Di mana motor bensin empat langkah adalah dua kali putaran poros engkol (*cranks haft*) atau empat kali naik turun torak untuk menghasilkan satu kali usaha dan langkah kerja.

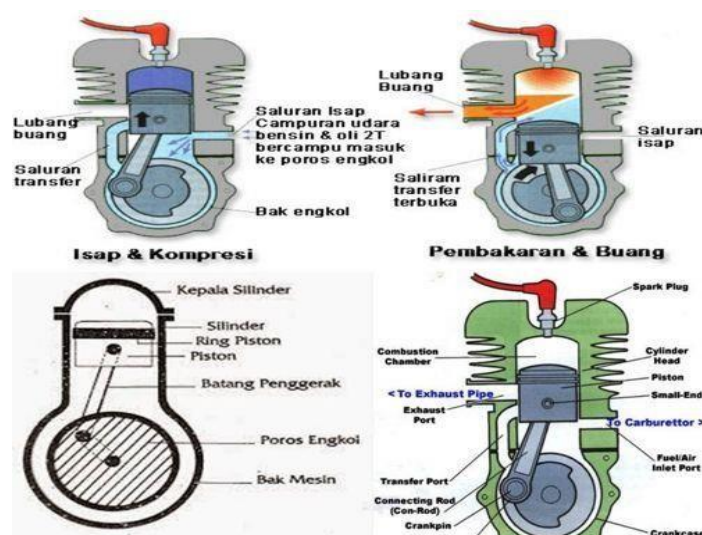
Menurut pendapat Marsudi (2010:3) menyatakan bahwa supaya motor bensin dapat bekerja, maka motor bensin 4-tak harus melakukan 4 proses kerja, yaitu:

- 1) Menghisap campuran udara dan bensin ke dalam silinder.
- 2) Mengoperasikan gas campuran udara dan bensin agar diperoleh tekanan hasil pembakaran yang tinggi.
- 3) Meneruskan gaya tekan hasil pembakaran sedemikian rupa sehingga dapat diubah menjadi tenaga gerak.
- 4) Membuang gas sisa pembakaran dari ruang pembakaran.

Keempat proses diatas menjadi dalam suatu proses kerja yang disebut siklus kerja motor bensin. Karena satu siklus motor bensin terdiri dari empat langkah torak maka motor bensin ini disebut motor bensin 4 langkah atau motor bensin 4-tak.

b. Motor Bensin 2 Langkah

Motor bensin 2 langkah adalah mesin yang proses pembakarannya lebih sederhana dari motor 4 langkah yaitu dilakukan pada satu kali putaran poros engkol yang berakibat dua kali langkah piston. Menurut Maksum, Dkk (2012:35) menyatakan bahwa mesin 2 langkah bekerja hanya satu kali putaran poros engkol (360 derajat) menghasilkan satu kali langkah usaha. Adapun prinsip kerja motor 2 langkah dapat dijelaskan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Sistem Pembakaran Pada Mesin 2 Langkah.

Sumber: <http://salsabin.blogspot.com/2017/komponen-mesin-diesel-2-tak>.

3. Sistem Bahan Bakar EFI (*Electronic Fuel Injection*)

Sistem bahan bakar *injeksi* atau *Electronic Fuel Injection* merupakan langkah inovasi yang dikembangkan untuk diterapkan pada kendaraan

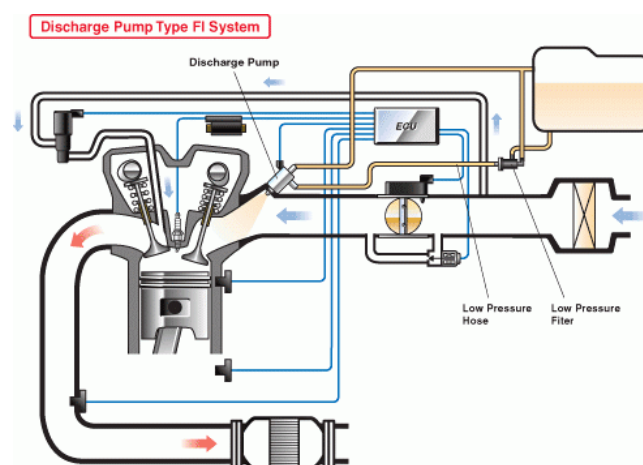
bermotor saat ini. Sistem bahan bakar EFI dimaksudkan agar dapat meningkatkan kinerja mesin supaya daya dan torsi yang dihasilkan lebih baik, akselerasi yang lebih responsif stabil pada setiap putaran mesin, pemakaian bahan bakar yang lebih irit.

Menurut Maksun (2020:03) menyatakan prinsip sistem bahan bakar adalah menghasilkan campuran bahan bakar dan udara pada komposisi yang tepat sesuai dengan keadaan kecepatan mesin. Dan menurut Solikhin (2011:1) menyatakan bahwa Sistem injeksi bahan bakar merupakan sistem bahan bakar yang proses pengabutan bahan bakarnya dengan sistem diinjeksikan atau disemprotkan, hal ini berbeda dengan sistem karburator dimana pada sistem karburator proses pengabutan bahan bakar diakibatkan oleh hisapan akibat penurunan tekanan pada venturi karburator.

Secara ideal, sistem bahan bakar injeksi (EFI) harus dapat mensuplai bahan bakar yang disemprotkan dari *injector* agar dapat dengan mudah bercampur dengan perbandingan 12 udara dan 1 bahan bakar yang dapat menghasilkan campuran yang homogen dalam perbandingan campuran yang tepat sesuai dengan putaran dan beban mesin, kebutuhan mesin, dan kondisi antara suhu mesin dengan suhu *atmosfir* saat itu. Pembakaran yang sempurna dapat terjadi bila perbandingan antara campuran bahan bakar dan udara masih dalam batas yang ditentukan menurut kondisi. Perbandingan campuran udara dan bahan bakar ideal pada motor bensin adalah 14,6:1 untuk memperoleh pembakaran yang sempurna pada ruang bakar. Perbandingan campuran udara dan bahan bakar jika diperlukan tenaga yang maksimum adalah berkisar antara

14,6:1-15,0:1 dengan pengertian bahwa campuran lebih gemuk dari campuran teoritis untuk melakukan pembakaran secara ideal, (Sungkono 2013: Bab III-11).

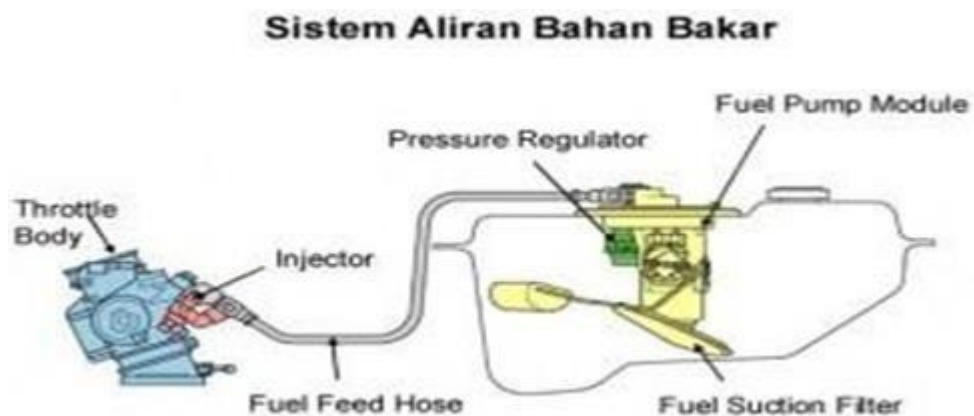
Perbandingan udara dan bahan bakar atau AFR (*Air Fuel Ratio*) yang ideal disebut juga dengan perbandingan *stoichiometric*. Campuran yang dikenal sebagai perbandingan udara dan bahan bakar mempunyai kontribusi yang sangat besar terhadap hasil pembakaran. Menurut Hidayat (2012:110) menyatakan bahwa campuran ini harus berada pada daerah perbandingan yang sesuai yaitu sejumlah 14,7 gram udara membutuhkan udara sejumlah 1 gram bensin dan disesuaikan dengan kondisi kerja mesin dan temperature sekitar serta berat beban kendaraan. Perbandingan campuran saat menghidupkan mesin berbeda dengan perbandingan campuran saat putaran idle, saat putaran lambat, maupun saat putaran dipercepat. Perbandingan udara dan bahan bakar tergantung suhu kerja mesin sistem penginjeksian bahan bakar di *intake manifold* dekat dengan katup hisap dengan tekanan bahan bakar konstan antara 3-5 bar, (Amin & Ismet 2016:14).



Gambar 3. Skema Sistem Efi Pada Motor.
Sumber: Hidayat (2012:110).

4. Kontruksi Sistem Bahan Bakar Beat PGM-FI

Menurut Hidayat (2012:117-118) menyatakan bahwa Pada sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*), terdapat beberapa komponen pendukung seperti sensor yang berfungsi mengetahui kondisi mesin dan kondisi pengendaraan. Selain itu sensor berfungsi memberikan sinyal kepada ECU (*elektronik control unit*) dan aktuator sebagai perangkat yang menerima sinyal untuk melakukan kinerja sistem injeksi. Menurut Jama & Wagino (2008:277) menyatakan bahwa semakin banyaknya sebuah komponen berupa sensor pada sistem injeksi maka akan semakin baik koreksi yang dibutuhkan dalam pengaturan sistem pengapian maupun penginjeksian bahan bakar agar dihasilkan kinerja yang optimal.



Gambar 4. Skema Kontruksi Dasar Mesin EFI.

Sumber: Marsudi (2016:109).

Menurut Solikhin (2011: 12) menyatakan bahwa Setiap jenis atau model motor mempunyai desain masing-masing namun secara garis besar sama dan terdapat komponen-komponen sebagai berikut:

- a. Tangki bahan bakar (*fuel tank*) berfungsi sebagai tempat penampungan sementara bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin, kapasitas tangki bahan bakar tergantung jenis kendaraannya.
- b. Pompa bahan bakar (*fuel pump*) berfungsi untuk memompa dan mengalirkan bahan bakar dari tangki bahan bakar menuju *injector* bertekanan tinggi. Jumlah bahan bakar yang disalurkan menuju ke *injector* harus lebih banyak dibandingkan dengan kebutuhan mesin, hal ini bertujuan agar tekanan dalam sistem bahan bakar dapat selalu dipertahankan meskipun kondisi mesin berubah-ubah.
- c. Saringan bahan bakar (*fuel suction filter*) berfungsi untuk menyaring kotoran yang mungkin terkandung dalam bahan bakar, karena kotoran tersebut dapat menyumbat *injector*.
- d. Regulator tekanan (*pressure regulator*) berfungsi mengatur tekanan bahan bakar di dalam sistem aliran bahan bakar agar selalu konstan pada tekanan tertentu. Apabila tekanan bahan bakar yang dipompa melebihi batas tekanan, maka regulator tekanan akan mengembalikan bahan bakar tersebut menuju tangki bahan bakar.
- e. Pipa bahan bakar (*fuel feed hose*) berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar yang telah dipompa oleh pompa bahan bakar dari tangki bahan bakar menuju ke *injector*. *Fuel feed hose* dirancang harus tahan terhadap tekanan dari bahan bakar yang memiliki tekanan cukup besar akibat dipompa oleh pompa bahan bakar.

- f. *Injector* berfungsi untuk mengabutkan campuran udara dan bahan bakar lalu menyemprotkan ke saluran masuk (*intake manifold*), pada umumnya sebelum katup masuk. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan tergantung dari tekanan bahan bakar, besarnya lubang pada *injector* dan lamanya *injector* tersebut membuka. Setiap *injector* yang digunakan pada mesin injeksi sepeda motor memiliki konstruksi yang tidak selalu sama.

5. Sensor-Sensor Sistem Sepeda Motor Beat PGM-FI

Menurut Hidayat (2012:117) menyatakan bahwa Sistem EFI (*electronic fuel injection*) menggunakan berbagai macam sensor dalam menginformasikan kondisi mesin sesuai dengan kondisi pengendaraan.

- 1) Sensor IAT (*Intake Air Temperature*) berfungsi untuk mendeteksi suhu udara *intake manifold*.
- 2) Sensor MAP (*Manifold Absolute Pressure*) berfungsi untuk mendeteksi tekanan didalam *intake manifold*.
- 3) TPS (*Throttle Position sensor*) berfungsi mendeteksi tekanan didalam *intake manifold*.
- 4) BAP (*Barometric Air Pressure Sensor*) berfungsi bertanggung jawab untuk mengukur tekanan atmosfer lingkungan dimana kendaraan tersebut digunakan.
- 5) EOT (*Engine Oil Temperature*) berfungsi untuk mendeteksi oli yang ada didalam mesin.
- 6) CKP (*Crankshaft Position*), *bank angle sensor* berfungsi mendeteksi putaran *camshaft* untuk mengetahui RPM mesin.

- 7) O₂ (*Oxygen Sensor*) berfungsi mendeteksi emisi gas buang dari dalam *exhaust manifold*.
- 8) VS (*Vehicle Speed Sensor*) berfungsi sebagai perangkat pengirim data yang digunakan untuk membaca kecepatan putaran roda kendaraan.
- 9) BAS (*bank angle sensor*) berfungsi mengirimkan sinyal kepada ECM agar ECM mematikan mesin saat kendaraan berada pada posisi diam (berhenti) di waktu dan kemiringan tertentu.
- 10) PTC (*positive temperature coefficient*) berfungsi Sensor temperatur akan mendeteksi perubahan temperatur yang kemudian akan diterima oleh ECM.

6. Prinsip Kerja Sistem Bahan Bakar EFI (*Electronic Fuel Injection*)

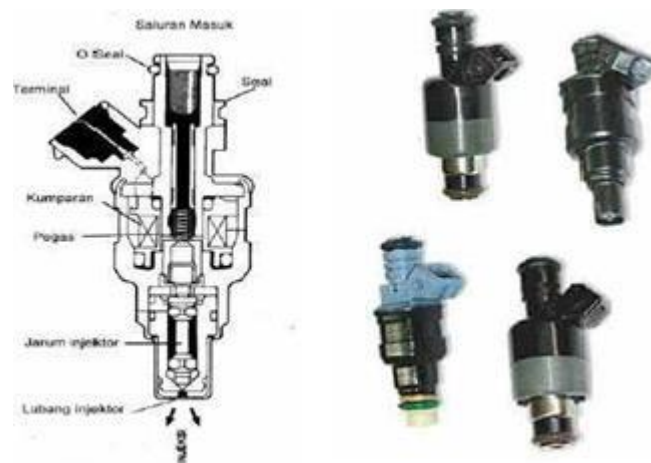
Saat mesin distarter atau mesin hidup maka pompa bahan bakar (*fuel pump*) bekerja menghisap bahan bakar dari tangki (*fuel tank*) dan mengalirkan ke *pipa deliveri (delivery pipe)* dengan terlebih dahulu disaring oleh saringan bahan bakar (*fuel filter*). Bila tekanan bahan bakar melebihi batas yang ditentukan maka regulator akan membuka dan bahan bakar akan mengalir ke tangki melalui saluran pengembali (*return pipe*). *Injektor* dihubungkan ke *pipa deliveri* sehingga saat jarum *injektor* membuka maka *injector* akan mengabsutkan bahan bakar ke arah katup hisap dan masuk ke dalam silinder, (Amin & Ismet 2016: 67).

7. Unit Injector

Injector adalah salah satu bagian dari sistem bahan bakar injeksi yg akan mengabsutkan bahan bakar agar terjadi proses pencampuran yg homogen antara udara dan bahan bakar. *Injector* dilengkapi dengan *plunger* yg akan

membuka dan menutup saluran bahan bakar kerja *plunger* dikontrol oleh *solenoid* yg mendapat instruksi dari ECU. *Injector* berfungsi menyemprotkan bensin menuju engine untuk dicampur dengan udara. Agar bensin mudah bercampur dengan udara maka bensin dikabutkan dengan halus sehingga mudah berubah menjadi uap, (Direktorat Pembinaan SMK 2008:325).

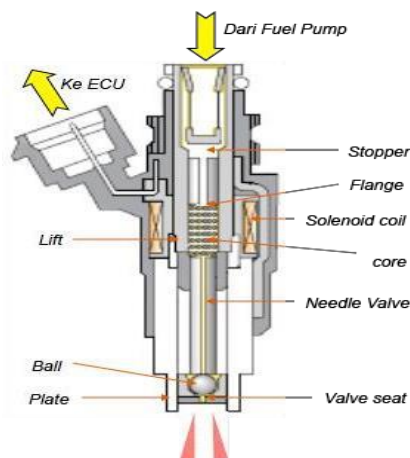
Mesin berteknologi EFI *injector* berfungsi sebagai penyemprotan bahan bakar kesaluran masuk (*intake manifold*) biasanya sebelum katup masuk, namun ada juga yang ke *throttle body*. Volume penyemprotan disesuaikan oleh waktu pembukaan *nozzle/injector*. Lama dan banyaknya penyemprotan diatur oleh ECU (*Elektronik Control Unit*), (Trisianto, Dkk, 2016 :1).



Gambar 5. Bentuk Konstruksi *Injector*.
Sumber: Solikhin (2011:21).

Menurut Amin & Ismet (2016:74) menyatakan *Injector* berfungsi untuk menginjeksikan bahan bakar ke arah katup hisap, bahan bakar keluar dari *injector* dalam bentuk kabut. pembukaan *injektor* dilakukan secara *electromagnetic*, yaitu dengan mengalirkan listrik pada lilitan *injector*, saat listrik mengalir ke lilitan maka lilitan menjadi magnet, dan magnet menarik katup jarum pada *injector*, lubang *injector* terbuka dan *injektor* menginjeksikan

bahan bakar. Pengaturan kapan dan lama listrik dialirkan ke injektor dilakukan oleh ECU berdasarkan kondisi kerja mesin dari masukan sensor-sensor yang ada. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan tergantung dari tekanan bahan bakar, besar lubang *injector* dan lama *injector* membuka. pada motor injeksi terdapat sensor udara, sensor inilah yang nantinya membantu ECU dalam mengkalkulasi AFR yang tepat sesuai dengan kebutuhan mesin dan udara sekitar mesin. Perbandingan antara udara dan bahan bakar adalah sebagai bentuk kebutuhan udara yang dikenal sebagai faktor lambda (λ), (Sutiman 2005:7).



Gambar 6. Kontruksi *Injector*.
Sumber: Solikhin (2011:21).

Melihat dari beberapa teori yang sudah dipaparkan dapat ditarik kesimpulan bahwa kerja *injector* dalam menyuplai bahan bakar untuk disemprotkan menuju *intake manifold* merupakan kalkulasi perhitungan dari ECU yang mendapat informasi dari sensor-sensor sistem injeksi terutama sensor udara. Karena semakin banyak aliran udara yang masuk akan berbanding lurus dengan volume yang disemprotkan oleh *injector* melalui *Injector hole*. *Timing* pembukaan *nozzle* sudah diatur oleh ECU maka dari itu

akan ada perbedaan volume untuk *Injector hole* standart dengan variasi *hole* yang lebih banyak. Semakin banyak jumlah *Injector hole* semakin meningkat volume bahan bakar yang disemprotkan pada satuan waktu (durasi penyemprotan *injector* cc/menit) dan kecepatan yang sama karena dipengaruhi juga oleh tekanan pompa bahan bakar yang berkisar antara 2,8 – 3,1 bar.

Sepeda motor dengan merek Beat PGM-FI 110 CC menggunakan *injector* lubang 6 dan banyak variasi lubang *injector* lainnya diantaranya sebagai berikut:

a. *Injector* lubang 6

Injector lubang 6 merupakan *injector* standar yang digunakan pada sepeda motor produk Honda dan Yamaha, khususnya untuk Honda yang memiliki CC 110 keatas, *injector* lubang 6 banyak digunakan pada sepeda motor Honda Beat PGM-FI 110 CC tahun 2016-2020 dan Honda Vario 125-150 CC dan CBR 150 CC dengan tipe *injector* keihin NLJ dengan lubang melingkar.



Gambar 7. *Injector* Standar Lubang 6.
Sumber: Motor Plus *Injector* Lubang 6 (2013).

Table 2. Spesifikasi *injector* lubang 6

<i>Injector</i> lubang 6	
Merek	Keihin NLJ
Jenis	NLJ
<i>Injection port</i> diameter	6 lubang
Tekanan bahan bakar	43 psi atau 294 kPa
Bentuk lubang <i>injector</i>	Melingkar
Tahanan	12,6 Ohm

b. *Injector* lubang 4

Injector lubang 4 merupakan *injector* standar yang digunakan pada sepeda motor produk Honda dan Yamaha dengan tipe lama. Khususnya untuk Honda dan Yamaha yang memiliki CC 110-125 tahun 2012, *injector* lubang 4 banyak digunakan pada sepeda motor Supra X 125 PGM-FI tahun 2012 dan motor Yamaha Mio J, Mio M3 & Soul GT pada keluaran pertama dengan lubang *injector* nya lebih sedikit dari *injector* lubang 6 dengan lubang dua sejajar.



Gambar 8. *Injector* Standar Lubang 4.
Sumber: Motor Plus (2013).

Table 3. Spesifikasi *injector* lubang 4

<i>Injector</i> lubang 4	
Merek	Keihin
Bentuk lubang <i>injector</i>	Dua sejajar
<i>Injection port</i> diameter	4 lubang
Tekanan bahan bakar	43 psi atau 294 kPa
Tahanan	12,9 Ohm

c. *Injector* lubang 8

Injector lubang 8 merupakan *injector* standar yang digunakan pada sepeda motor produk Honda & Yamaha khususnya untuk Honda yang memiliki CC 150 keatas, *injector* lubang 8 banyak digunakan pada sepeda motor Honda CBR NEW 150 CC R tahun 2018, Honda Sonik 150 CC dan motor Honda CBR 250 CC dengan lubang *injector* nya lebih banyak dari *injector* lubang 6 dan memiliki bentuk lubang yang 2 sejajar melengkung.



Gambar 9. *Injector* 8 Hole.

Sumber: <https://www.google.com/search?q=tipe+injector&safe> (2017).

Table 4. Spesifikasi *Injector* 8 Hole

<i>Injector</i> lubang 8	
Merek	Keihin
Bentuk lubang <i>injector</i>	2 sejajar melengkung
<i>Injection port</i> diameter	8 lubang
Tekanan bahan bakar	43 psi atau 294 kPa
Tahanan	12,2 Ohm

8. Tipe-Tipe *Injector*

Ada banyak tipe *injector*, tetapi secara umum dapat dibagi menjadi ke dalam tipe-tipe konstruksi dasar.

a. Bentuk Lubang Injeksi

- 1) Tipe *pintle* (penyemprotannya baik)

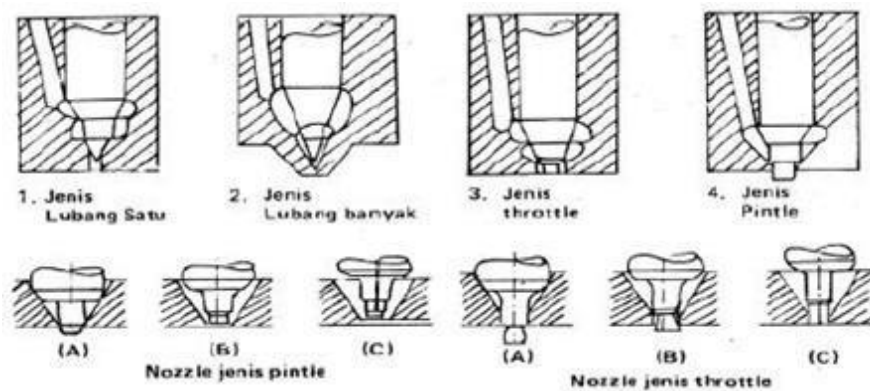
2) Tipe *hole* (sukar untuk tersumbat)

Dibuat oleh ND (bentuk katup tirus)

(1 atau 2 lubang)

Dibuat oleh *Aisan* (bentuk katup bola atau tirus)

(1 atau 2 lobang)



Gambar 10. Tipe-Tipe Bentuk Lubang *Injector*.

Sumber: <https://www.google.com/search?q=tipe+injector&safe> (2017).

b. Nilai Resistan

1) *Resistance* rendah (2-3 ohm)

2) *Resistance* tinggi (13,8 ohm)

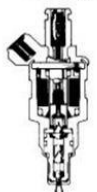
c. Nilai Resistan

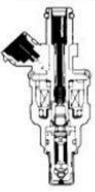
Ada empat bentuk konektor, yang disesuaikan dengan lubang injeksi dan nilai *resistan*. Warna konektor juga berbeda sesuai dengan volume injeksi.

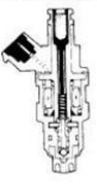
Tipe Injektor

Connector Shape	Shape of Injection Port	Resistance Value	EFI Inspection Wire (SST)
	Pintle Type	Low	C with resistor 09842-30020
	Pintle Type	High	D without resistor 09842-30040
	Hole Type	Low	E with resistor 09842-30060
	Hole Type	High	F without resistor 09842-30070

www.teknik-otomotif.com

Pintle Type


Hole Type (ND)


Hole Type (AISAN)


Side Feed Hole Type (AISAN)


Gambar 11. Tipe-Tipe Injektor dan Bentuk *Konektor*.

Sumber: <https://www.google.com/search?q=tipe+injektor&safe> (2017).

9. Cara Kerja *Injektor*

Proses kerja *injektor* dalam mensuplai bahan bakar yaitu dengan bantuan ECU (*Electronic Control Unit*). Menurut Sugiarto, Dkk (2018: 94) menyatakan bahwa prinsip kerja *injektor* adalah pada saat tegangan sinyal dari *Electronic Control Unit* menyebabkan arus mengalir pada kumparan *solenoid* yang mengakibatkan *plunger* tertarik dan membuka katup untuk menginjeksikan bahan bakar. “Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kerja *injektor* antara lain yaitu tekanan bahan bakar, durasi injeksi, tegangan pasokan *injektor*, dan kecepatan mesin serta waktu mati injeksi” menurut (Kumar & Vinoth, 2012:1981). Penyemprotan bahan bakar dilakukan berdasarkan pengaturan pada waktu penginjeksian, titik saat *injektor* menyemprotkan bahan bakar dan durasi penginjeksian atau lamanya *injektor* mensuplai bahan bakar sesuai dengan kondisi pada saat mesin bekerja.

10. Durasi Penginjeksian

Durasi penginjeksian adalah rentang waktu saat *injecor* menginjeksikan bahan bakar sesuai dengan pengaturan pada ECU dengan membandingkan kebutuhan mesin. Menurut Jama & Wagino (2008:289) menyatakan bahwa Seiring dengan naiknya putaran mesin, maka lamanya penyemprotan akan semakin bertambah karena bahan bakar yang dibutuhkan semakin banyak.

Menurut Arif, Dkk (2017:70) menyatakan bahwa lamanya durasi penginjeksian sangat menentukan jumlah bahan bakar dan proses pembakaran di ruang bakar sehingga dapat mempengaruhi performa yang dihasilkan oleh mesin.

Menurut Sungkono (2013: Bab VI-26) menyatakan bahwa durasi injeksi dikontrol oleh ECU (*Electronic Contol Unit*) berdasarkan sinyal-sinyal yang diperoleh dari sensor dan mengeluarkan perintah pengeluaran bahan bakar sesuai dengan perhitungan yang telah diprogramkan, sehingga dapat menginjeksikan bahan bakar secara tepat untuk kebutuhan mesin.

Melihat dari beberapa teori yang sudah dipaparkan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa lamanya durasi penginjeksian itu tergantung rentang waktu saat *injecor* menginjeksikan bahan bakar yang dikontrol oleh ECU berdasarkan sinyal-sinyal yang diberikan oleh sensor secara terprogram, untuk menentukan jumlah bahan bakar yang disemprotkan dan proses pembakaran di ruang bakar yang dapat mempengaruhi performa yang dihasilkan oleh mesin.

11. Waktu Pengapian (*Ignition Timing*)

Menurut Sungkono (2013: Bab V- 2) menyatakan bahwa Sistem pengapian memiliki peran yang sangat penting dalam memaksimalkan proses pembakaran. Terjadinya proses pembakaran yang sempurna apabila campuran bahan bakar dan udara 12-14: 1, dengan perbandingan 12- 14 Gram jumlah berat udara yang ada didalam campuran tersebut sedangkan kandungan berat bahan bakarnya adalah 1 bagian, maka dengan perbandingan seperti ini secara teoritis dapat memungkinkan bahwa semua bahan bakar yang ada didalam silinder akan terbakar habis. Dengan perbandingan campuran udara dan bahan bakar tersebut memiliki lentikan bunga api sekitar 10 mili/joule dianggap cukup untuk memulai pembakaran yang berkelanjutan. Percikan bunga api tersebut dapat dihasilkan oleh kedua ujung elektroda yang diberikan voltase tinggi dimana diantara kedua elektroda yang mengeluarkan bunga api tadi ada campuran bahan bakar dan udara yang dapat terbakar dengan sempurna.

Spesifikasi waktu pengapian untuk motor standar pada putaran rendah (1.000-3.000 rpm) percikan bunga api terjadi pada 8°-15° sebelum TMA, pada putaran menengah sampai tinggi (4.000 ke atas) percikan bunga api terjadi pada 25°-30° sebelum TMA, (Hidayat, 2012:148).

12. Konsumsi Bahan Bakar

Menurut Andeka, Dkk (2009) menyatakan bahwa konsumsi bahan bakar adalah ukuran banyak sedikitnya bahan bakar yang digunakan suatu mesin untuk dirubah menjadi panas pembakaran dalam jangka waktu tertentu.

Menurut Jamal & Wagino (2013) menyatakan bahwa Konsumsi bahan bakar berapa banyak kilometer yang dapat ditempuh oleh motor dengan 1 liter bahan bakar. Konsumsi bahan bakar ini juga menunjukkan seberapa jauh efisiensi mesin atau kendaraan dilihat dari pemakaian bahan bakar yang digunakan.

13. Metode Perhitungan Performa

Ada beberapa hal yang mempengaruhi performa motor bakar beberapa diantaranya adalah kualitas bahan bakar dan efisiensi volumetrik dari mesin tersebut. Pada dasarnya cara mengetahui kinerja suatu mesin dapat diketahui dari membaca dan menganalisa parameter yang ditulis dalam sebuah laporan atau media lain. Dari membaca parameter-parameter tersebut biasanya kita dapat mengetahui daya dan torsi dari kendaraan tersebut. Secara umum daya berbanding lurus dengan luas torak sedangkan torsi berbanding lurus dengan langkah torak.

Mesin kendaraan adalah daya yang digunakan untuk menggerakkan beban. Sedangkan daya poros didapat dari daya indikator yang didapatkan dari proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara yang dikompresikan oleh piston kemudian mengadakan gerakan translasi kemudian memutar poros engkol. Kemudian gaya atau tenaga perputaran dari poros engkol tersebut disebut dengan torsi.

14. Parameter Unjuk Kerja Sepeda Motor

a. Daya

Pengertian dari daya dijelaskan dalam berbagai sumber sebagai berikut: menurut Wiratmaja (2010:21) menyatakan bahwa “Daya adalah hasil dari kerja, atau dengan kata lain daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu mesin itu beroperasi. Pada motor bensin, *Brake Horse Power* (BHP) merupakan besar untuk mengindikasikan *horse power* aktual yang dihasilkan oleh mesin”.

Menurut Maksam, Dkk (2012:15) menyatakan bahwa daya adalah hasil kerja yang dilakukan dalam batas waktu tertentu ($f. c / t$) dan pada motor daya adalah perkalian antara momen putar (M_p) dengan putaran mesin (n). jenis-jenis daya pada mesin:

- 1) *Drawber power* merupakan daya pada *drawber* dan digunakan dalam menarik beban.
- 2) *Brake power* merupakan daya yang didapatkan oleh poros engkol.
- 3) *Indicated power* merupakan daya yang diterima oleh torak dan timbul dalam ruang pembakaran.
- 4) *Friction power* adalah daya yang digunakan untuk mengatasi gesekan - gesekan pada motor.

Dari beberapa pendapat diatas dapat dinyatakan bahwasanya daya merupakan hasil dari proses konversi energi, dengan kata lain daya dapat di artikan sebagai kemampuan suatu motor bakar dalam melakukan kerjanya. Satuan daya yaitu hp (*horse power*). Daya merupakan usaha

yang dilakukan dari *engine*, suatu rotasi tertentu, dalam suatu eksperimen.

Besarnya daya dapat dilihat diketahui dengan cara menggunakan rumus atau *dynamometer*:

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60000} \quad (\text{Stevansa, Dkk 2014}) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

P = Daya *engine* (kW)

n = Putaran *engine* (rpm)

T = Torsi (Nm)

b. Torsi

Menurut Wiratmaja (2010:20) menyatakan bahwa Torsi momen puntir adalah suatu ukuran kemampuan motor untuk menghasilkan kerja. Didalam prakteknya torsi motor berguna pada waktu kendaraan akan bergerak (*start*) atau sewaktu mempercepat laju kendaraan, dan tenaga berguna untuk memperoleh kecepatan tinggi. Besarnya torsi akan sama, berubah-ubah atau berlipat, torsi timbul akibat adanya gaya tangensial pada jarak dari sumbu putaran”.

Menurut Maksum, Dkk (2012:15) menyatakan “Torsi (momen puntir) suatu motor adalah kekuatan poros engkol yang akhirnya menggerakkan kendaraan. kekuatan putar poros ini pada mesin dihasilkan oleh pembakaran yang efeknya mendorong piston naik turun. Piston naik turun menyebabkan poros engkol yang kemudian akan ditransfer menuju ke roda-roda penggerak sehingga mencapai ke roda”. Menurut Raharjo & Kurnowo (2008:98) menyatakan Satuan torsi sering kita ketahui dalam bentuk Newton meter (Nm). Menurut Stevansa, Dkk (2014) Torsi merupakan perkalian jarak dengan gaya.

Dapat melihat besarnya torsi dengan cara menggunakan rumus atau dengan *dynamometer*:

$$T = F \cdot l \quad (\text{Stevansa, Dkk 2014})$$

.....(2)

$$= m \cdot g \cdot l$$

Keterangan:

T = Momen Torsi (Nm)

M = Massa yang terukur dalam *dynamometer* (kg)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

l = Panjang lengan pada *dynamometer* (m)

Pengaruh dari terbentuknya torsi sebagai sebuah alat dapat berrotasi pada porosnya, dan alat dapat berakhir jika terjadi gaya yang berlawanan dengan nilai yang sama besar. Sebagian pernyataan diatas dapat disimpulkan torsi melahirkan gaya yang terjadi pada *engine* untuk dapat melakukan kerjanya dengan satuan (Nm) besarnya torsi bisa konstan.

B. Penelitian Relevan

Untuk mendukung atau mempertegas teori-teori yang telah dikemukakan dalam kajian teori, penulis mengambil kesimpulan dari penelitian-penelitian yang relevan dengan penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian yang dilakukan Kurnawan (2018) dengan judul “*Analisis Pengaruh Penggunaan Injector Terhadap Unjuk Kerja Honda Beat FI*” didapatkan hasil terdapat peningkatan daya dan torsi, tetapi tidak terlalu besar pengaruhnya. Pada pengujian menggunakan *injector 6 hole* bahan bakar pertamax 5,4 Hp, 5,4 Nm. Dan bahan bakar pertalite 5,5 Hp, 5,2 Nm. Dan hasil *injector 8 hole* bahan bakar pertamax 6,8 Hp, 7,0 Nm dan bahan bakar pertalite 5,3 Hp, 4,7 Nm.

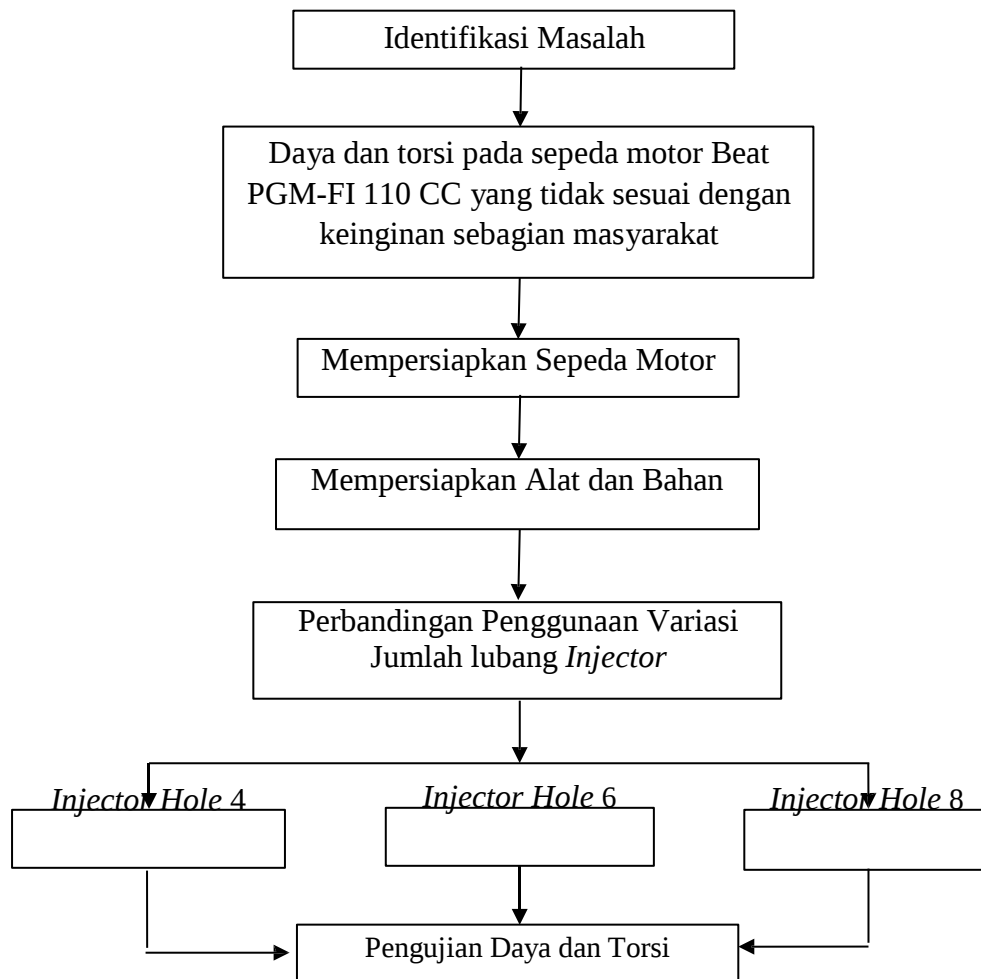
2. Penelitian yang dilakukan oleh Trisianto, Dkk. (2016) dengan judul *“Pengaruh Penggunaan Injector Vixion Dan Ecu Racing Pada Sepeda Motor Yamaha Mio J Terhadap Daya Motor”* didapatkan hasil adanya pengaruh terhadap daya, akan tetapi tidak begitu besar pengaruhnya. Pada penggunaan *Injector Vixion* rata-rata daya pada rpm 1750 adalah 2,97 hp, rpm 3500 adalah 6,60 hp, rpm 5000 adalah 6,38 hp dengan torsi 0,94 Kgf-m. Sedangkan rata-rata daya standart pada rpm 1750 adalah 2,74 hp, rpm 3500 adalah 6,01 hp, rpm 5000 adalah 6,48 hp dengan torsi 0,80 Kgf-m sehingga daya mesin lebih besar menggunakan *Injector Vixion* pada saat putaran mesin rendah ke putaran sedang saja.
3. Penelitian yang dilakukan Rosid (2015) dengan judul *“Analisis Proses Pembakaran Sistem Injection Pada Sepeda Motor Dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium Dan Pertamina”*. Hasil penelitian menunjukkan torsi maksimum dicapai pada pertamax bensin dari 11.91 Nm pada 7.933 rpm, diikuti oleh bensin 11.89 Nm pada 7.885 rpm. Sedangkan daya maksimum pada bensin pertamax dari 14.42 hp pada 9.253 rpm, diikuti oleh 14.36 Hp premium bensin di 9330 rpm. Untuk konsumsi bahan bakar spesifik minimum 0.103 kg pertamax dimiliki / kW.h pada 10 871 rpm, diikuti oleh bensin di 0.104 kg / kW.h di 10.837 rpm.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Ismanto (2012) pada *“variasi tekanan injector terhadap performance (Torsi dan Daya) motor Diesel”*. Hasil penelitian didapatkan nilai torsi tertinggi pada tekanan 18 Mpa pada putaran 1980 rpm sebesar 9,81 Nm. Nilai torsi terendah terjadi pada tekanan 16 Mpa pada

putaran 1250 rpm sebesar 3,92 Nm. Pada tekanan 13 MPa putaran 1000-1750 rpm, terjadi kenaikan nilai daya akan tetapi saat putaran 1960 dayanya. Pada tekanan 16 MPa putaran 1000-1500 rpm, dayanya naik kemudian saat putaran max 1970 rpm dayanya masih bisa naik. Pada tekanan 18 MPa putaran 1000-1500 rpm, dayanya naik dan pada tekanan ini hanya untuk mencari rpm.

Dari beberapa penelitian relevan di atas bahwa objek dari penelitian dalam penggunaan variasi lubang *injector* terhadap daya dan torsi banyak menggunakan variasi bahan bakar dan perbedaan variasi lubang *injector* 6 dan 8 lubang. Dan perbedaan dengan penelitian yang saya buat, menggunakan bahan bakar yang sama yaitu pertamax dan *injector* menggunakan lubang 4,6 dan 8 dengan merek *injector* yang sama yaitu keihin. Dalam penelitian diatas bahwasanya terdapat pengaruh terhadap penggunaan variasi lubang *injector* terhadap daya dan torsi. Untuk itu peneliti akan mencari apakah ada pengaruh penggunaan perbandingan penggunaan variasi jumlah lubang *injector* terhadap daya dan torsi pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC.

C. Kerangka Berfikir

Berdasarkan kajian teori dan penelitian relevan yang telah penulis uraikan di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk melihat perbandingan penggunaan variasi jumlah lubang *injector* terhadap daya dan torsi pada sepeda motor honda Beat PGM-FI 110 CC. Secara lebih jelas kerangka berfikir penelitian ini dapat digambarkan dalam diagram kerangka berfikir seperti terlihat pada gambar 9:



Gambar 12. Kerangka Berpikir

D. Hipotesis Penelitian

Hipotesis adalah suatu dugaan atau jawaban yang bersifat sementara karena harus dibuktikan kebenarannya, jawaban ini akan diuji kebenarannya dengan data yang dikumpulkan melalui penelitian. Berdasarkan kajian pada pembahasan diatas hipotesis dalam penelitian ini adalah terdapat perbandingan daya dan torsi yang dihasilkan pada motor Beat PGM-FI 110 CC menggunakan variasi jumlah lubang *injector* standar 6 dengan perbedaan *injector* lubang 4 dan *injector* lubang 8.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini sekaligus bertujuan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian pada bab sebelumnya:

1. Penggunaan *Injector* lubang 4 pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC tidak memberikan pengaruh terhadap daya maksimum. Pada *Injector* lubang 4 rata-rata daya maksimum sebesar 6,053333 Kw. Sedangkan rata-rata daya maksimum *injector* lubang 6 standar adalah 6,09 Kw. Sehingga daya maksimum mesin lebih besar menggunakan *Injector* lubang 6. Dengan perbedaan 0,0353 dan persentase 0,60%.
2. Penggunaan *Injector* lubang 8 pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC memberikan pengaruh terhadap daya maksimum. Pada *Injector* lubang 8 rata-rata daya maksimum sebesar 6,15 Kw. Sedangkan rata-rata daya maksimum *injector* lubang 6 standar adalah 6,09 Kw. Sehingga daya maksimum mesin lebih besar menggunakan *Injector* lubang 8. Dengan perbedaan 0,06 dan persentase 0,98%.
3. Penggunaan *Injector* lubang 4 pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC memberikan pengaruh terhadap torsi maksimum. Pada *Injector* lubang 4 rata-rata torsi maksimum sebesar 9,1033333 N.m. Sedangkan rata-rata torsi maksimum *injector* lubang 6 standar adalah 9,09 N.m. Sehingga daya maksimum mesin lebih besar menggunakan *Injector* lubang 4. Dengan perbedaan 0,013 dan persentase 0,0147%.

4. Penggunaan *Injector* lubang 8 pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC memberikan pengaruh terhadap torsi maksimum. Pada *Injector* lubang 8 rata-rata torsi maksimum sebesar 9,166667 N.m. Sedangkan rata-rata torsi maksimum *injector* lubang 6 standar adalah 9,09 N.m. Sehingga torsi maksimum mesin lebih besar menggunakan *Injector* lubang 8. Dengan perbedaan 0,07 dan persentase 0,843%.
5. Menggunakan *injector* lubang 4 dengan pengujian daya dan torsi pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC tidak memberikan perubahan yang signifikan dengan taraf signifikan 5% dimana $t_{hitung} = 0,94 < \text{lebih kecil dari } t_{tabel} = 2,228$. Pengujian torsi tidak memberikan perubahan yang signifikan dimana $t_{hitung} = -0,199 < \text{lebih kecil dari } t_{tabel} = 2,228$, namun berbanding terbalik dari perbandingan pengujian rata-rata torsi maksimum.
6. Menggunakan *injector* lubang 8 dengan pengujian daya dan torsi pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC tidak memberikan perubahan yang signifikan dengan taraf signifikan 5% dimana $t_{hitung} = -1,78 < \text{lebih kecil dari } t_{tabel} = 2,228$, tetapi berbanding terbalik dari perbandingan pengujian rata-rata daya maksimum. Pengujian torsi tidak memberikan perubahan yang signifikan dimana $t_{hitung} = -0,778 < t_{tabel}$ lebih kecil dari $t_{tabel} = 2,228$, tetapi berbanding terbalik dari perbandingan pengujian rata-rata torsi maksimum.

B. Saran

1. Bisa dilakukan pemasangan 2 buah *injector* pada satu sepeda motor untuk melihat perbandingan daya maksimum dan torsi maksimum pada sepeda motor Beat PGM-FI 110 CC.

2. Untuk penggantian *injector* lubang 4 dan 8 dalam jangka waktu panjang sebaiknya pengendara juga harus memperhatikan kondisi kerja sistem sepeda motor lainya seperti keadaan sistem pendingin yang harus dalam kondisi baik operasi, mengingat penggantian *injector* akan berdampak pada peningkatan suhu kerja mesin dari biasanya.
3. Untuk peneliti berikutnya perlu diperhatikan parameter settingan mesin dan tekanan penyemprotan bahan bakar pada penggantian jumlah lubang *injector*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Bahrul & Ismet, Faisal. 2016. “*Teknologi Motor Bensin*”. Yogyakarta: Kencana Prenada Media. Bandung: ITB.
- Badan Pusat Statistik, 2018, Januari 2020, “*Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis*”, <https://repository.unpas.ac.id/id/eprint/28449>.
- Cengkerang motor, 2016, 23 Januari 2020, “*Tabel Bahan Bakar Ideal Motor Honda Sesuai Rasio Kompresi Mesin*”.
<https://www.hondacengkareng.com/faq/tabel-bahan-bakar-ideal-motor-honda-sesuai-rasio-kompresi-mesin/>.
- Charles. 1973.”*Statistical Design and Analysis of Engineering Experiment*”. Tokyo: McGraw-Hill.
- Daryanto. 2008. “*Motor bakar untuk mobil*”, Jakarta: Rineka Cipta.
- Hasan Maksum, Dkk. 2012. “*Teknologi Motor Bakar*”. Padang: Unp Press.
- Hasan Maksum. 2009. “Pengaruh Pemakaian *Extra Power* Pada Saluran Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Karbonmonoksida (CO) Pada Sepeda Motor Yamaha Mio CW Tahun 2009”. Jurusan Teknik Otomotif FT UNP: Padang.
- Hermawan & winarta. 2020. “studi eksperimen pengaruh jumlah lubang *nosel injector* terhadap *performance* mesin sepeda motor”. Program studi Teknik mesin, sekolah tinggi teknologi warga Surakarta, Sukoharjo, Indonesia.
- Hidayat, Wahyu. 2012. “*Motor Bensin Modern*”, Jakarta: Rineka Cipta
<http://otomotifnet.com/Motor/Tips/Bore-Up-Harian-Yamaha-V-Ixion-Bikin-Jadi-1825-Cc>. Diakses pada Kamis 17 Desember 2015 pukul 17:30.
- Ismanto. 2012. “Analisis Variasi Tekanan pada Injektor Terhadap Performance (Torsi, dan Daya) pada Motor Diesel”. *Jurnal Teknik*. 2/1: 25-31.
- Jama, Jalius & Wagino. 2008. “*Teknik Sepeda Motor Jilid 1*”. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Juan. 2017. “Letak dan Fungsi Injektor Pada Mesin Injeksi EFI”.
<https://www.google.com/search?q=tipe+injector&safe> (2017).
- Kumar. 2012. “Real Time Fuel Injection In SI Engine Using Electronic Instrumentation”. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*. Vol. 4 No.
- Kurniawan. 2018. “Analisis Pengaruh Penggunaan Injektor Terhadap Unjuk Kerja Honda Beat Fi”. *Jurnal Teknik Mesin Ubl*, Vol.5 No. 2.