

MENGANALISA PERBANDINGAN KONSUMSI BAHAN BAKAR SISTEM KARBURATOR DI UBAH KE SISTEM INJEKSI PADA VESPA LX 125 TAHUN 2012

Aji Sanjoyo

¹ Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No. 152 Tanjung Barat – Jakarta Selatan , 12530

Nuradi

² Dosen Pembimbing Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No. 152 Tanjung Barat – Jakarta Selatan , 12530

ABSTRAK

Sistem suplai bahan bakar pada sistem pembakaran pada mesin 4 langkah merupakan hal yang paling mendasar dalam penentuan sebuah rangkaian kerja motor penggerak. Munculnya sistem *Injeksi* yang menggantikan penggantian sistem *karburator* dengan *Injeksi* bertujuan agar kendaraan menjadi irit. Dilemanya ukuran perbandingan irit antara *Injeksi* dan *karburator* tersebut masih sulit dipahami oleh pengguna dalam skala luas khususnya sepeda motor *Vespa LX125 2012 IGET* yang dalam kesempatan ini menjadi alat uji. Dengan menggunakan variabel bobot pengendara maka perbandingan irit yang dimaksudkan akan dapat terukur dengan pasti. Penelitian dilakukan dengan cara mengendarai kedua macam tipe pengkabutan baik *karburator* maupun *Injeksi* di jalan yang relatif lurus dan perbedaan *elevasi* ketinggiannya tidak terlalu besar. Penelitian diawali dengan memberikan bahan bakar *premium* sebanyak 125 cc kedalam tangki dan kemudian motor beserta pengendara di dorong hingga kecepatan 30 km/jam kemudian motor dihidupkan. Pada saat ini dimulai pencatatan lama waktu dan jarak tempuhnya dengan *variabel* jumlah putaran 2000 rpm, 3000 rpm, 4000 rpm, 5000 rpm, hingga 6000 rpm dan pada *variabel* bobot pengendara 40 kg, 60 kg, dan 80 kg yang dilakukan sebanyak minimal 3 kali dalam tiap macam *variabel*.

Hasil *experimen* didapat kesimpulan bahwa bobot pengendara juga mempunyai andil bagian sebagai tolak ukur seberapa irit sistem pengkabutan tersebut dan sistem pengkabutan *injeksi* lebih sedikit konsumsinya pada setiap satu siklus kerja. Dan capaian terbaik pada pengendara dengan bobot 40 kg yang menghabiskan bahan bakar *premium* 100 cc dengan waktu konsumsi 5,27 menit yang dapat menempuh jarak 4,3 km dengan kecepatan rata-rata 45,8 km/jam. .

Kata Kunci : *Injeksi, Karburator, Vespa*

ABSTRACT

The fuel supply system in the combustion system on a 4 stroke engine is the most basic thing in procuring a motor drive work circuit. The emergence of an injection system that replaces the replacement of the carburetor system with injection aims to make the vehicle more economical. The dilemma of the economical size comparison between the injection and the carburetor is still difficult for users to understand on a large scale, especially the Vespa LX125 2012 IGET motorbike, which on this occasion became a test tool. By using the driver's weight variable, the economical comparison cannot be measured with certainty. The research

was carried out by driving both types of fog, both carburetor and injection, on a relatively straight road and the difference in height is not too big. The research was started by adding 125 cc of premium fuel into the tank and then the motorbike and the rider were pushed up to a speed of 30 km/hour and then restarted. At this time, the recording of the length of time and distance traveled with the variable number of revolutions of 2000 rpm, 3000 rpm, 4000 rpm, 5000 rpm, up to 6000 rpm and the variable rider weight of 40 kg, 60 kg and 80 kg is carried out at least 3 times in each kind of variable.

From the experimental results, it can be concluded that the weight of the rider also has a share as a benchmark for how economical the fogging system is and the injection fogging system consumes less in every one work cycle. And the best performance is for riders weighing 40 kg who spend 100 cc of premium fuel with a consumption time of 5.27 minutes who can cover a distance of 4.3 km with an average speed of 45.8 km/hour..

Key words : Injection, carburetor, Vespa

PENDAHULUAN

Latar belakang

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, berbagai alat diciptakan untuk mempermudah dan menambah kenyamanan manusia dalam mencukupi dan memenuhi kebutuhannya. Satu diantaranya adalah bidang otomotif, dimana dalam penggunaannya diperlukan pengetahuan tentang mesin sehingga dapat berjalan seefektif dan seefisien mungkin.

Karburator merupakan bagian yang penting pada sepeda motor. Karburator berfungsi untuk mencampur bahan bakar dan udara dalam perbandingan yang tertentu sehingga menjadi gas pembakar yang dibutuhkan oleh mesin motor. Untuk mendapatkan pembakaran yang sempurna dibutuhkan perbandingan bensin dan udara dalam percampuran gas, menurut teori adalah 1:15. Artinya 1 gram bensin harus dicampur dengan 15 gram udara. Apabila perbandingan campurannya lebih dari 1:15 maka biasanya dikatakan campuran miskin contoh 1:18. Apabila perbandingan campuran kurang dari 1:15 maka dikatakan campuran kaya contoh 1:12. Dalam praktek pada umumnya digunakan campuran kaya, ini untuk mendapatkan daya mesin yang lebih besar. Sebaliknya apabila menghendaki bahan bakar yang ekonomis maka bisa digunakan campuran miskin.

Sudah lama teknologi motor bakar menjadi teknologi yang sangat membantu dalam kehidupan manusia. Berkembangnya sistem-

sistem pembakaran 2 yang semakin pesat, membuat teknologi yang lama seakan ketinggalan dan diperlukan *upgrade* ke tingkat selanjutnya. Teknologi dalam suplai bahan bakar misalnya. Yang dulu masih menggunakan sistem pengkabutan menggunakan karburator sekarang sudah bergerak menggunakan sistem kendali *elektrik*, yakni *Injeksi*.

Hal ini menjadi pertimbangan untuk melakukan riset dengan cara pemeriksaan dan kalkulasi ulang tentang bagaimana efek sistem *Injeksi* apabila diaplikasikan ke mesin yang masih menggunakan sistem pengkabutan manual dengan Karburator seperti Motor *Vespa LX125*. Sehingga nantinya diharapkan muncul hasil dari perhitungan untuk membandingkan berapa jumlah konsumsi bahan bakar saat menggunakan karburator dan menggunakan *Injeksi*.

Perkembangan teknologi juga mempengaruhi perubahan sistem Karburator pada *Vespa LX125* karena performa dan suplai bahan bakarnya kurang efisien dibanding kendaraan – kendaraan pada saat sekarang ini yang sudah lebih modern menggunakan sistem injeksi dan juga mempengaruhi minat pengguna *Vespa LX125*

TINJAUAN 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 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.

2. Analisa 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/cm². 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/cm². Untuk temperatur *oksigen intake manifold* mencapai suhu kerja yaitu 45° C. Simpulan keseluruhan yaitu terdapat pengaruh signifikan optimalisasi waktu pada saat akselerasi dengan memanipulasi 12 *Manifold Absolute Pressure (MAP)* dimana hasil ini sesuai dengan hipotesa awal penelitian.

3. 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.

4. 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.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Anggaa (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.

6. 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.
7. 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.

METODELOGI PENELITIAN

Metode

Efi adalah sisitem *injeksi* yang menggunakan *elektronis* atau sisitem *injeksi elektronis*. Sistem ini langkah maju dari sistem *karburator* yang menggunakan sistem *injeksi mekanis*.

Arcyl (2022) menyimpulkan bahwa “*eletronic Fuel Injection (EFI)* adalah teknologi pengontrolan *penginjeksian* bahan bakar yang berkembang saat ini pada mesin bensin menggantikan *karburator*”.

Riyan (2022) menarik kesimpulan tentang definisi *EFI* pada kutipan berikut, secara umum, penggantian sistem bahan bakar *konvensional* ke sistem *EFI* dimaksudkan agar dapat meningkatkan unjuk kerja dan tenaga mesin (*power*) yang lebih baik, akselerasi yang lebih stabil pada setiap putaran mesin, pemakaian bahan bakar yang ekonomis (*irit*), dan menghasilkan kandungan racun (*emisi*) gas buang yang lebih sedikit sehingga bisa lebih ramah terhadap lingkungan.

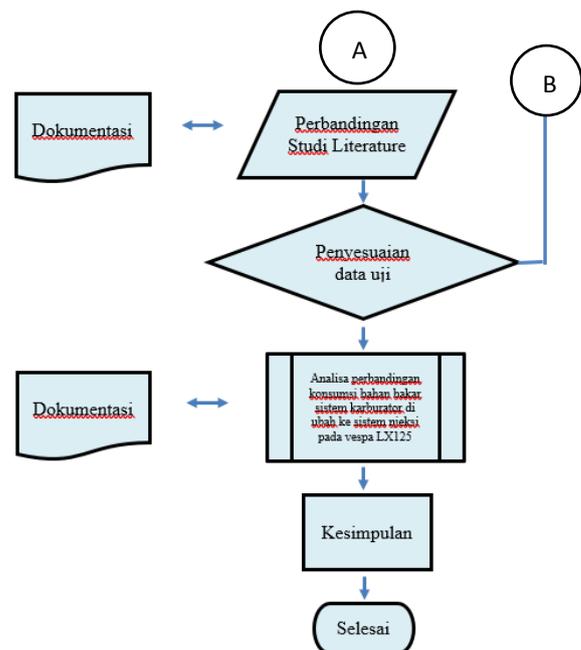
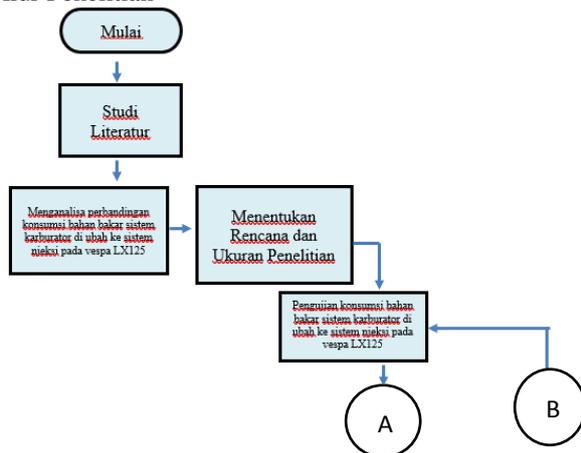
Selain itu, kelebihan dari mesin dengan bahan bakar *tipe injeksi* ini adalah lebih mudah dihidupkan pada saat lama tidak digunakan, serta tidak terpengaruh pada temperatur di lingkungannya.

Rizky (2022) menarik kesimpulan tentang definisi *EFI* pada kutipan berikut, secara singkat dapat dijelaskan bahwa, di saat kaki pengemudi menekan pedal gas maka *sensor air flow meter*, akan mengirimkan sinyal ke *EFI-ECU*. Setelah data tersebut diolah, *ECU* memerintahkan agar *injektor* mengirimkan sejumlah bahan bakar sesuai banyaknya udara yang dikirim lewat *air flow meter*.

Air flow meter adalah sebuah peralatan yang terletak pada tempat dimana dipasangkan "karburator" pada mobil yang menggunakan karburator

Ganang (2022) Karena mesin sepeda motor merupakan kombinasi reaksi kimia dan fisika untuk menghasilkan tenaga, maka kita kembali ke teori dasar kimia bahwa reaksi pembakaran BBM dengan Oksigen yang sempurna adalah: 14,7:1. Teori perbandingan berdasarkan berat jenis unsur, pada prakteknya perbandingan diatas (*AFR – Air Fuel Ratio*) diubah untuk menghasilkan tenaga yang lebih besar atau konsumsi BBM yang ekonomis. Karburator juga mempunyai tujuan yang sama yaitu mencapai kondisi perbandingan sesuai teori kimia diatas namun dilakukan secara manual. Karburator cenderung diatur untuk kondisi rata-rata dimana sepeda motor digunakan sehingga hasilnya cenderung kearah campuran BBM yang lebih banyak dari kebutuhan mesin sesungguhnya. Untuk *EFI* karena diatur secara digital maka setiap ada perubahan kondisi penggunaan sepedamotor *ECU* akan mengatur supaya kondisi *AFR ideal* tetap dapat dicapai.

Alur Penelitian



Waktu Dan Tempat Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian Penelitian ini dilakukan pada :

Percobaan I : Pencatatan waktu konsumsi bahan bakar saat menggunakan sistem pengkabutan *EFI* 09.00 – 18.00, 13 April 2022 di Bengkel *Scooter Clinic*

Percobaan II : Pencatatan waktu dan jarak tempuh saat menggunakan sistem pengkabutan *EFI* 01.00 – 04.00, 14 April 2022 Jl Raya Bogor

Alat Dan Bahan Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian Perlu diketahui bahwa spesifikasi motor *Vespa LX125* 2012 sebagai Elemen utama penelitian, data yang di peroleh dari situs resmi Piaggio adalah sebagai berikut :

- Tipe mesin: 4 Langkah, 3 Valve SOHC
- Jumlah/Posisi *silinder*: *Silinder Tunggal / Mendatar*
- Diameter x Langkah: 57,0 X 48,6 mm
- Perbandingan *kompresi*: 10,5 : 1 • Daya maksimum: 7,75 PS (7.4 kW) / 8.250 rpm • Torsi maksimum: 9,1 N.m / 7.250 rpm
- Berat isi : 199 kg Beberapa hal yang perlu di ingat saat melaksanakan percobaan, bahwa saat digunakan adalah motor *Vespa LX125*.

Jadi dengan kata lain motor yang akan digunakan sebagai bahan percobaan sudah terlebih dahulu menggunakan sistem pengkabutan *Injeksi*.

Oleh karena itu maka perubahan sistem pengkabutan dari *Injeksi* menjadi *Karburator* dilakukan setelah Percobaan I dan Percobaan II. Perubahan sistem pengkabutan menjadi *karburator* melalui beberapa penggantian *sparepart standart* pabrikan yang memang sudah ada dipasaran dan asli suku cadang dari *Piaggio* antara lain:

- A. *CDI Original Vespa LX125* sebagai catu daya menuju *coil*
- B. *Magnet Original LX125* Kumaran / *Pulser* untuk sistem *karburator*
- C. Kabel instalasi *CDI* serta socketnya
- D. *Tachometer* merek Type R dipakai untuk mengukur putaran mesin
- E. *Turtle Body Original Piaggio*
- F. Lembar observasi
- G. *Hydrometer* Guna untuk Mengukur bahan bakar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Modifikasi Sistem *Injeksi*

Pengapian yang tepat merupakan syarat untuk terjadinya proses pembakaran yang sempurna agar mendapatkan performa yang maksimal serta konsumsi bahan bakar yang lebih ekonomis dan rendah emisi. Pada kendaraan bermotor khususnya sepeda motor, teknologi yang banyak digunakan saat ini adalah sistem *EFI*. Sistem *EFI* merupakan sebuah inovasi pengembangan dari teknologi yang ada sebelumnya yaitu sistem konvensional dimana kelebihan sistem *EFI* dibandingkan dengan sistem bahan bakar konvensional adalah pengkabutan bahan bakar pada sistem injeksi yang lebih baik sehingga menjamin campuran yang lebih baik pula, komposisi campuran yang dapat sesuai dengan setiap putaran dan beban mesin, mampu menghasilkan pembakaran yang lebih baik dimana dengan pembakaran yang lebih baik tersebut

mengakibatkan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah serta tenaga mesin yang lebih baik. Perancangan sistem *EFI* pada sepeda motor *Vespa LX125* yang sebelumnya menerapkan sistem bahan bakar konvensional ini bertujuan untuk mengurangi konsumsi terhadap bahan bakar dan memperbaiki emisi gas buang yang dihasilkan oleh sepeda motor tersebut, agar dapat lebih ramah lingkungan karena teknologi sistem bahan bakar *injeksi* ini merupakan teknologi yang saat ini sudah diterapkan pada sepeda motor keluaran terbaru dan terus dikembangkan. Diterapkannya sistem bahan bakar *injeksi* pada sepeda motor *Vespa LX125* ini diharapkan pula dapat meningkatkan performa yang dihasilkan oleh sepeda motor tersebut. Perancangan modifikasi sistem *EFI* pada sepeda motor *Vespa LX125* ini mengacu pada teknologi *EFI* yang digunakan pada *Vespa LX150 IGET*. Perangkat yang digunakan pada modifikasi ini menerapkan perangkat *EFI* yang ada pada *Vespa LX150 IGET*.

Hambatan dalam perencanaan modifikasi sistem *EFI* pada sepeda motor *Vespa LX125* ini adalah dalam menentukan perangkat *EFI* yang akan digunakan, karena sekarang ini hampir semua sepeda motor menerapkan teknologi sistem bahan bakar *injeksi*. Hal ini dapat diatasi dengan mempelajari beberapa buku manual dari sepeda motor *injeksi* serta melakukan observasi ke berbagai *dealer* sepeda motor terkait dengan kelengkapan komponen *injeksi*, jenis-jenis sepeda motor yang menerapkan sistem *injeksi* dan harga dari komponen-komponen injeksi tersebut.

Hasil Pengujian Modifikasi Sistem *Injeksi*

Setelah melakukan beberapa pengujian yaitu pengujian komponen *EFI*, pengujian sistem pengisian, pengujian konsumsi bahan bakar, pengujian emisi gas buang serta pengujian performa mesin. Untuk pengujian konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar, dan performa mesin dilakukan sebelum modifikasi dan sesudah modifikasi untuk mengetahui perbedaan dan pengaruh dari modifikasi sistem bahan bakar injeksi ini terhadap sepeda motor *Vespa LX125* yang semula menggunakan sistem bahan bakar konvensional. Maka didapatkan hasil dari masing masing pengujian tersebut diantaranya adalah sebagai berikut :

- Hasil Pengujian Komponen *EFI*
 Dari hasil pengujian komponen *EFI* didapatkan data sebagai berikut :
 - Keseluruhan komponen *EFI* berfungsi dengan baik kecuali O2 sensor, karena data pada *FI Diagnostic Tools* menunjukkan trouble pada O2 sensor.
 - Pengujian O2 sensor dilakukan dengan cara manual yaitu menggunakan *multimeter digital* dan menunjukkan angka sebesar 0.60
- Hasil Pengujian Sistem Pengisian
 Hasil dari pengujian sistem pengisian adalah 14.02 V, dari angka tersebut sistem pengisian berfungsi dengan normal.
- Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar
 Tabel 4.1 Hasil uji konsumsi bahan bakar

Putaran Mesin (Rpm)	Waktu (Detik)	Hasil (ml)		Persentase
		Sebelum Modifikasi	Sesudah Modifikasi	
1000	60	4	3,5	12,5 %
3000	60	10	6	40 %
5000	60	15	13	13,3 %
Rata Rata				21,9 %

- Hasil Pengujian Emisi Gas Buang
 Tabel 4.2 Hasil uji emisi gas buang

Gas Buang	Hasil		Persentase	Baku Mutu Emisi Kategori L Peraturan Pemerintah RI. No.05 th 2006
	Sebelum Modifikasi	Sesudah Modifikasi		
CO	4,376 %	4,753 %	-8,615 %	5,5 %
CO2	8,34 %	2,89 %	65,34 %	
HC	3857ppm	2339 ppm	39,35 %	2400 ppm
O2	5,7 %	12,19 %	-1166,5 %	

- Hasil Pengujian Performa Mesin

Tabel 4.3 Hasil uji performa mesin

Putaran Mesin	Daya (HP)		Torsi (Nm)	
	Sebelum Modifikasi	Sesudah Modifikasi	Sebelum Modifikasi	Sesudah Modifikasi
4500	2,3	2,9	3,5	4,62
5000	3,9	4,5	5,90	6,45
5500	4,0	4,7	5,10	6,10
6000	3,8	4,4	4,43	5,15
6500	4,1	5,1	4,44	5,59
7000	5,0	5,7	5,02	5,76
7500	5,5	5,1	5,16	4,84
8000	5,8	5,7	5,11	5,03
8500	6,7	7,4	5,61	6,20
9000	7,4	8,6	5,79	6,74
9500	7,1	9,3	5,27	6,90
10000	6,8	9,4	4,83	6,65

Pembahasan

Modifikasi Sistem Pengapian

Proses Modifikasi Sistem Pengapian
 Proses modifikasi sistem bahan bakar injeksi ini terbagi dalam dua tinjauan yaitu tinjauan sistem bahan bakar dan tinjauan sistem pengapian yang mana kedua tinjauan tersebut saling berkaitan. Pada tinjauan sistem pengapian ini meliputi beberapa tahapan pengerjaan diantaranya adalah modifikasi *rotor*, *stator*, pemasangan udara *sensor*, pemasangan *engine oil temperature*, dan merangkai kabel bodi.

Kendala dalam proses pengerjaan modifikasi sistem *injeksi* ini adalah waktu pengerjaan yang tidak sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan sebelumnya, hal ini disebabkan oleh perencanaan yang kurang matang pada perancangan *rotor magnet* untuk menentukan *timing* pengapian

yang tepat sehingga perlu mencari data-data spesifikasi khususnya data tentang *timing* pengapian dan letak *pick up coil* atau *pulser* dari kedua motor tersebut. Datadata tersebut digunakan untuk menentukan *timing* pengapian yang tepat pada *Vespa LX125* setelah dimodifikasi.

Pengerjaan yang dilakukan di luar lingkungan bengkel kampus seperti di bengkel *bubut* tersebut menghabiskan waktu yang lebih lama dari waktu yang telah direncanakan sebelumnya, sehingga belum terpasangnya *rotor magnet* ini mengakibatkan mesin belum dapat bekerja karena hal tersebut merupakan satu kesatuan dalam sistem. Selain itu juga ketersediaan jumlah dana yang terbatas sehingga pembelian semua komponen yang tidak dilakukan secara bersamaan juga menghabiskan waktu yang tidak sesuai dengan yang telah dijadwalkan.

Kinerja Mesin

Setelah dilakukan beberapa pengujian sebelum modifikasi dan sesudah modifikasi diantaranya adalah pengujian konsumsi bahan bakar, pengujian emisi gas buang yang dihasilkan dan pengujian performa mesin. Maka didapat perbandingan hasil yang kemudian digunakan untuk menyimpulkan kinerja sistem bahan bakar *injeksi* pada sepeda motor *Vespa LX125* tersebut. adapun pembahasannya adalah sebagai berikut :

A. Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Hasil dari pengujian konsumsi bahan bakar yang dilakukan sebelum modifikasi dan pengujian konsumsi bahan bakar sesudah dilakukan modifikasi. Sesuai hasil pengujian, konsumsi bahan bakar sebelum modifikasi menunjukkan bahwa pada putaran mesin 1000 rpm hingga 5000 rpm masing-masing tingkat putaran mesin dalam waktu 60 detik, jumlah konsumsi bahan bakar terus meningkat dari 1000 rpm yang menghabiskan bahan bakar sebesar 4 ml hingga 5000 rpm yang menghabiskan konsumsi bahan bakar sebesar 15 ml. Sedangkan konsumsi bahan bakar setelah

dilakukan modifikasi dari putaran mesin 1000 rpm hingga putaran tinggi yaitu pada 5000 rpm, jumlah konsumsi bahan bakar terus meningkat hanya saja jumlah konsumsi bahan bakar lebih sedikit jika dibandingkan dengan jumlah konsumsi bahan bakar sebelum dilakukan modifikasi. Untuk persentasenya, konsumsi bahan bakar yang paling irit jika dibanding dengan konsumsi sebelum modifikasi adalah pada 3000 rpm yaitu sebesar 40 %, sedangkan untuk persentasi rata-rata dari pengujian, modifikasi sistem bahan bakar *injeksi* ini mampu mengurangi konsumsi bahan bakar pada sepeda motor tersebut sebesar 21,9 %.

B. Pengujian Emisi Gas Buang Dari pengujian emisi gas buang yang dilakukan selama ± 20 detik setelah *probe* alat uji dimasukkan ke dalam pipa gas buang baik sebelum modifikasi dan setelah modifikasi, hasil dari

pengujian setelah modifikasi tercatat komposisi gas emisi tersebut terdiri dari gas CO sebesar 4,753 %, CO₂ sebesar 2,89 %, HC sebesar 2339 ppm dan O₂ sebesar 12,19 % serta menghasilkan *lambda* (λ) 1492. Sedangkan hasil dari pengujian emisi gas buang yang dilakukan sebelum modifikasi terdiri dari komposisi gas CO sebesar 4,376 %, CO₂ sebesar 8,34 %, HC sebesar 3856 ppm, dan O₂ sebesar 5,7 % serta menghasilkan *lambda* (λ) 0,939. Dari hasil antara kedua pengujian tersebut setelah dilakukan modifikasi, kandungan emisi menunjukkan kadar gas beracun CO naik sebesar -8,615 % dari sebelum modifikasi 4,376 % menjadi 4,753 % dan HC yang juga menurun hingga 39,35 % yaitu yang semula 3857 ppm menjadi 2339 ppm, hal ini menunjukkan bahwa emisi yang dihasilkan mesin setelah dimodifikasi lebih baik dan lebih ramah lingkungan, serta pada kadar CO₂ yang dihasilkan setelah dilakukan modifikasi meningkat sebesar 65,34 % dari yang semula 8,34 % menjadi 2,89 %, hal ini juga mengindikasikan bahwa pembakaran yang dihasilkan mesin setelah dilakukan modifikasi lebih baik sehingga CO₂ meningkat. Mengenai baku mutu emisi gas buang sumber bergerak kendaraan bermotor untuk kategori L (kendaraan bermotor beroda kurang dari empat) yang telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 05 tahun 2006, diketahui bahwa parameter atau batas

maksimal zat atau bahan pencemar yang boleh dikeluarkan langsung oleh pipa gas buang pada sepeda motor 4 langkah dengan tahun pembuatan dibawah tahun 2010 untuk gas CO adalah sebesar 5,5 % dan gas HC adalah sebesar 2400 ppm. Jika menyesuaikan dengan parameter tersebut untuk menentukan lolos atau tidaknya hasil uji emisi, maka hasil dari pengujian setelah dilakukan modifikasi pada sepeda motor *Vespa LX125* yang mana telah diketahui sebelumnya untuk gas CO adalah sebesar 4,753 % dan HC adalah sebesar 2339 ppm, hasil tersebut menunjukkan perbaikan pada emisi gas buang lolos uji emisi.

C. Pengujian Performa Mesin Pada pengujian performa mesin sebelum dilakukan modifikasi, daya maksimum yang dapat dicapai mesin adalah sebesar 7,4 HP pada putaran 9000 rpm dan menghasilkan torsi maksimum sebesar 5,90 Nm pada putaran 5000 rpm. Sedangkan setelah dilakukan modifikasi, pengujian performa mesin mnghasilkan daya maksimum sebesar 9,4 HP pada putaran 10000 rpm dan torsi maksimum sebesar 6,90 Nm pada putaran 9500 rpm. Berdasarkan hasil yang didapat dari kedua pengujian tersebut, didapatkan hasil bahwa setelah dilakukan modifikasi, performa mesin yang dihasilkan yaitu daya maksimal dan torsi maksimal juga mengalami peningkatan meskipun tidak terlalu signifikan. Daya maksimum meningkat sebesar 2,0 HP dari daya yang dihasilkan sebelum modifikasi dan begitu pula dengan torsi maksimum yang juga meningkat sebesar 1,0 Nm.

Kalkulasi Biaya

Pelaksanaan modifikasi sistem bahan bakar *injeksi* pada sepeda motor *Vespa LX125* sebagai proyek akhir ini menghabiskan dana sebesar Rp. 3.700.000,- dimana biaya yang dibutuhkan tersebut melebihi perencanaan biaya semula yang hanya Rp. 3.100.000,- . Pembengkakan biaya tersebut terjadi dikarenakan adanya beberapa masalah pada biaya jasa pengerjaan yang dilakukan diluar lingkungan bengkel kampus seperti biaya pembubutan dan pengelasan alumunium yang melebihi dari perencanaan yang disebabkan oleh persiapan dan perencanaan yang kurang matang. Pembengkakan biaya dikarenakan pengerjaan modifikasi *Rotor magnet, stator*, pembuatan dudukan *sensor-sensor EFI*.

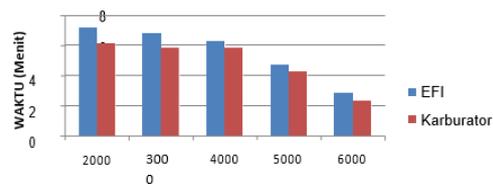
Selain itu pembengkakan biaya juga disebabkan oleh pengujian performa mesin yang dilakukan di *Mototech*. Sehingga biaya mengalami pembengkakan lagi sebesar Rp 70.000,-. Sisanya merupakan pembengkakan biaya dari keperluan sampingan seperti lem *treebond, solatif, tenol*, dan lain-lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian *iddle* (Perbandingan antara sistem pengkabutan Karburator dengan injeksi saat keadaan *iddle*) Pada percobaan ini posisi kendaran di letakkan pada standar tengah yang baian roda depan di beri *stoper* agar motor tidak bergerak tidak terkendali saat dilakukan percobaan. Posisi ini dilakukan pada kedua sistem pengkabutan tanpa ada beban pengendara.

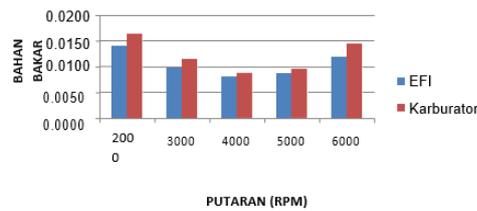
Didapat di lihat bahwa pada putaran 2000rpm waktu konsumsi bahan bakar adalah yang paling lama yakni 6,50 menit untuk sistem pengkabutan Injeksi dan 5,53 menit untuk sistem pengkabutan karburator. Pada putaran mesin 6000rpm waktu konsumsi bahan bakar adalah yang paling cepat yakni 2,57 menit untuk sistem pengkabutan Injeksi dan 2,30 menit untuk sistem pengkabutan karburator. Maka dapat di simpulkan besarnya putaran mesin berbanding terbalik dengan waktu yang digunakan untuk mengonsumsi bahan bakar premium 100 cc.

Grafik 4.1 Catatan waktu konsumsi bahan bakar premium 100 cc saat *iddle*



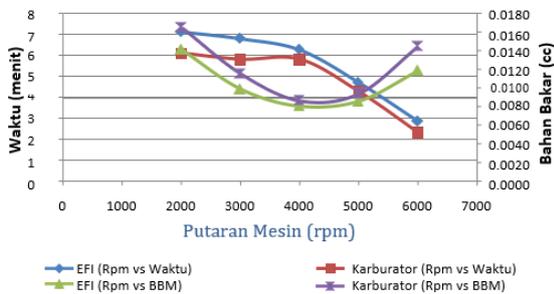
Dapat dilihat bahwa konsumsi bahan bakar tiap siklus pada kondisi *iddle* paling kecil ada pada putaran 4000rpm. Yakni 0,0086 cc bahan bakar tiap siklus pada sistem pengkabutan injeksi dan 0,0086 cc bahan bakar tiap siklus pada sistem pengkabutan karburator. Hal ini membuktikan pada jumlah putaran 4000 rpm sistem pengkabutan injeksi dan karburator hampir berada pada titik yang sama.

Grafik 4.2 Konsumsi bahan bakar premium tiap siklus pembakaran saat *idle*



Dengan demikian dari kedua grafik waktu dan jumlah konsumsi bahan bakar tiap siklus maka dapat kita gabungkan agar perbandingan lama waktu yang dibutuhkan dan jumlah konsumsi bahan bakar pada kondisi *idle* dapat di dilihat dengan jelas.

Grafik 4.3 Perbandingan lama waktu dengan konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin saat *idle*



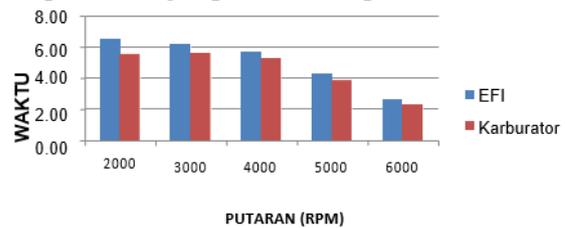
Dilihat dari grafik 4.3 nampak konsumsi bahan bakar menggunakan sistem pengkabutan injeksi lebih lama dan lebih rendah di tiap titik rpm yang di ujikan.

Pengujian Test Drive 1 (Perbandingan antara sistem pengkabutan karburator dengan injeksi saat keadaan test drive dengan pengendara berbobot 40 kg) Pada percobaan ini motor dikemudikan oleh pengendara yang mempunyai bobot mendekati 40 kg dan diberi tambahan beban sehingga total beban yang berada di atas motor adalah 40 kg. Kemudian kendaraan didorong sampai kecepatan 30km/jam untuk mengurangi *losses* bahan bakar saat angkatan jika dilakukan dari kecepatan 0km/jam (diam). Diambil angka 30 km/jam karena pada kecepatan tersebut adalah kondisi dimana pengendara dan motor pada posisi stabil dan siap *start engine* (hal ini melalui percobaan yang dilakukan berulang kali oleh beberapa pengendara yang mempunyai bobot mendekati kategori pengujian yakni 40 kg, 60 kg, dan 80 kg).

Didapat bahwa pada putaran 2000 rpm waktu konsumsi bahan bakar adalah yang paling lama yakni 6,50 menit untuk sistem pengkabutan Injeksi dan 5,53 menit untuk sistem pengkabutan karburator. Pada putaran

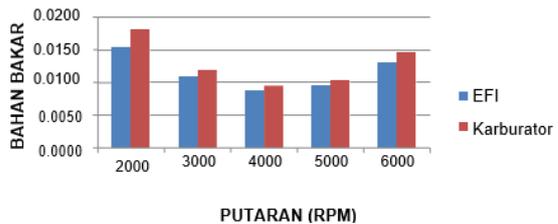
mesin 6000 rpm waktu konsumsi bahan bakar adalah yang paling cepat yakni 2,57 menit untuk sistem pengkabutan Injeksi dan 2,30 menit untuk sistem pengkabutan karburator. Jika di dibandingkan posisi *idle* terlihat bahwa catatan waktu pada saat *test drive* mengalami penurunan yang tidak begitu signifikan. Akan tetapi penurunan catatan waktu ini merupakan bukti bahwa beban diatas motor berpengaruh pada lama konsumsi bahan bakar.

Grafik 4.4 Catatan waktu konsumsi bahan bakar premium 100 cc saat *test drive* dengan bobot pengendara 40 kg

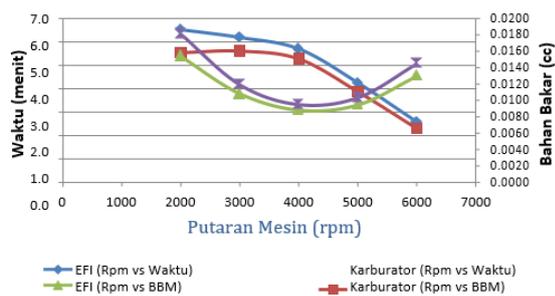


Didapat bahwa selisih konsumsi bahan bakar tiap siklus pada saat *test drive* dengan bobot pengendara 40 kg paling kecil ada di jumlah putaran 4000 rpm. Yakni antara 0,0088 cc bahan bakar tiap siklus pada sistem pengkabutan injeksi dan 0,0095 cc bahan bakar tiap siklus pada sistem, pengkabutan Karburator. Hal ini membuktikan pada jumlah putaran 4000 rpm kedua sistem pengkabutan hampir berada di titik yang sama.

Grafik 4.5 Konsumsi bahan bakar premium tiap siklus pembakaran saat *test*



Grafik 4.6 Perbandingan lama waktu dengan konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin saat *test drive* dengan bobot pengendara 40kg



Dilihat dari grafik nampak konsumsi bahan bakar menggunakan sistem pengkabutan injeksi lebih rendah di tiap titik rpm yang di ujikan.

Karena dalam percobaan dilakukan dengan cara bergerak dari satu tempat ke tempat lain maka saat penelitian dilakukan pula pencatatan panjang jarak yang ditempuh saat pengujian.

Didapat bahwa dengan menstabilkan putaran pada 4000 rpm jarak yang ditempuh adalah yang paling jauh yakni 4,3 km untuk sistem pengkabutan Injeksi dan 4 km untuk sistem pengkabutan karburator

Grafik 4.7 Jarak tempuh saat *test drive* dengan bobot pengendara 40 kg

PENUTUP

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 *Vespa LX 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 *Vespa FI* beserta selang tekanan, injektor, intake manifold *Vespa FI*, throttle body original *Vespa* dengan ukuran venturi 24 mm, sensor MAP (*manifold air pressure*) merk *Vespa*, sensor TPS (*throttle position sensor*) original *Vespa LX FI*, sensor EOT (*engine oil temperature*) dan ECU beserta kabel bodi kendaraan original *Vespa LX FI*.

Komponen pendukung untuk menyempurnakan kondisi mesin yaitu roller rocker arm, fuel adjuster dan filter udara racing.

b. Tata letak komponen mulai dari pompa injeksi, injektor, throttle body, intake manifold, sensor MAP dan TPS sama seperti bawaan *Vespa LX 150 IGET*. 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 *Vespa LX 125* modifikasi *injeksi*, standar *karburator* dan *Vespa LX 150 IGET* standar *injeksi*, terbukti bahwa penggunaan *Vespa LX 125* 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 *Vespa LX 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*.

Saran

1. Penelitian dilakukan dengan menaikkan kompresi mesin sebesar 11: 1 beserta perubahan jenis bahan bakar pertamax
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 IntakeExhaust terhadap Kinerja Motor Bakar Bensin Empat Langkah. *Jurnal @Trisula LP2M Undar* 1(4): 427-436.
- 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
- 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.
- 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.
- 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..
- 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.
- 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.