

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Menurut Rifki Mufti Rahman, Dwi Widjanarko, M. Burhan Rubai Wijaya hasil dari penelitian terhadap kendaraan Honda Vario 125cc didapatkan data torsi maksimal *ECU* standard sebesar 16.63 N.m pada putaran 3500 rpm, untuk daya tertinggi sendiri didapatkan sebesar 6,36 kW pada putaran 4500 rpm. Sedangkan hasil pengujian menggunakan *ECU Racing* didapatkan torsi tertinggi sebesar 22.42 N.m pada putaran 2500 rpm, dan daya tertinggi sebesar 7.70 kW. Selain itu juga diketahui adanya peningkatan terhadap torsi mesin sebesar 36.58% dan peningkatan daya sebesar 33.99%, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan *ECU Racing* lebih efektif untuk meningkatkan unjuk kerja mesin pada kendaraan jenis sepeda motor *automatic* (Rahman et al., 2018)

Menurut Virjawan Trisianto, Paryono, Sumarli hasil penelitian terhadap motor Yamaha Mio J menunjukkan bahwa daya mesin yang didapatkan lebih tinggi saat menggunakan injektor Vixion dan *ECU Racing*, dikarenakan pada saat sistem pencampuran bahan bakar jauh lebih sempurna, sehingga daya yang diperoleh kian lebih tinggi dari pada menggunakan Injektor Vixion dan *ECU* standard juga penggunaan injektor standard dan *ECU Racing* maupun dengan daya mesin yang menggunakan injektor dan *ECU* standard. Dari statistik tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan besar antara penggunaan injektor Vixion dan *ECU* standard dengan injektor dan *ECU* standard. Tidak ada perbedaan besar antara penggunaan injektor standard dan *ECU Racing* dengan injektor dan *ECU* standard pada tenaga motor. Diperoleh perbedaan yang signifikan pada penggunaan injektor vixion dan *ECU Racing* dengan injektor dan *ECU* standard pada tenaga motor. (Trisianto, 2016)

Menurut Muji Setiyo, Leo Utoro Sepeda motor yang digunakan untuk ajang kompetisi membutuhkan pemetaan *ECU* yang tepat, dengan maksud untuk mendapatkan performa mesin yang maksimal. Untuk itulah,

pemetaan ulang yang diimplementasikan pada Electronic Control Unit (ECU) sepeda injeksi 130cc yang digunakan untuk keperluan kompetisi. Pada. Studi ini diharapkan untuk mendapatkan torsi serta daya terbaik. Untuk tekniknya sendiri, melalui cara menggabungkan 4 *mapping* bahan bakar dan 2 *mapping* pengapian yang pengujian nya dengan cara *fuel factorial design*. Hasil dari penelitian ini sendiri menunjukkan bahwa *lean combustion* dan *advanced ignition timing* dapat menghasilkan torsi optimum 11,57 dan daya optimum sebesar 19,6 hp (Setiyo & Utoro, 2017)

Menurut Bagus Prasetyo dari pengujian yang dilakukan mendapatkan hasil rata-rata torsi tertinggi didapat pada penggunaan sistem bahan bakar injeksi dengan bahan bakar pertamax dengan torsi senilai 6.95 Nm pada putaran 4750 Rpm dan daya sebesar 7,6 Hp pada 7750 Rpm. Pada sistem karburator torsi tertinggi pada 5750 Rpm sebesar 6,06 Nm dan daya sebesar 5,0 Hp pada putaran 6500-7750 Rpm. Kemudian setelah menggunakan bahan bakar etanol pada sistem bahan bakar injeksi torsi puncak didapat pada putaran 7250 Rpm dengan nilai 5,79 Nm dan dengan daya sebesar 5,9 Hp pada putaran 8000-8250 Rpm. Serta dari pengujian konsumsi bahan bakar mendapatkan hasil dari kurva yang di bentuk bahwa penggunaan bahan bakar yang berbeda menunjukkan konsumsi bahan bakar cenderung sama, dibanding dengan sistem bahan bakar yang berbeda (Prasetyo & Winangun, 2020)

Dari beberapa referensi penelitian diatas dapat digaris bawahi bahwa *ECU* merupakan komponen yang sangat penting dan memiliki dampak yang besar pada kendaraan injeksi baik dari torsi, daya serta konsumsi bahan bakar, di sini tujuan penelitian ini ingin mendapatkan torsi, daya serta konsumsi bahan bakar yang peling efisien pada kendaraan sepeda motor astro.

2.2 Motor Bakar

Motor bakar merupakan suatu perangkat alat bantu yang bekerja dengan cara mengubah energi panas dari proses pembakaran bahan bakar kimia dari bensin menjadi energi mekanik. Energi diterima dari cara pembakaran yang mengubah tenaga yang terjadi di luar dan di dalam mesin.

Motor bakar sendiri di bagi menjadi 2 macam yaitu motor bakar diesel dan otto. Perbedaan dari ke 2 pembakaran tersebut ialah jika motor bakar diesel memanfaatkan kompresi tinggi yang terjadi di dalam silinder kemudian bahan bakar diteruskan ke nozzle untuk kemudian disemprotkan ke dalam ruang bakar untuk motor bakar otto sendiri pembakaran terjadi karena adanya loncatan atau percikan bunga api.

Untuk mesin otto sendiri di bagi menjadi 2 macam yaitu 2 langkah dan 4 langkah sebagai berikut :

1. Mesin 2 langkah ialah mesin yang pembakarannya terjadi dalam satu siklus sebanyak 2 langkah piston. mesin 2 langkah sendiri menciptakan asap sebagai hasil sisa pembakaran yang dihasilkan dari minyak pelumas.
2. Mesin 4 langkah adalah mesin yang bekerja secara bolak balik yaitu dari TMA (titik mati atas) ke TMB (titik mati bawah) sebanyak 4 kali untuk memenuhi satu siklus kerja. Hasil pembakaran dari mesin ini sendiri jauh lebih ramah lingkungan dan tidak berasap berbeda dari mesin 2 langkah.

2.3 Sistem Bahan Bakar Injeksi

2.3.1 *FI(Fuel Injection)*

FI (Fuel Injection) atau *EFI (Electronic Fuel Injection)* merupakan teknologi pada kendaraan yang saat ini sedang berkembang dengan cepat, inovasi-inovasi juga terus dilakukan guna memperoleh hasil yang terbaik. Sebenarnya

teknologi ini sendiri sudah ada sejak lama yaitu sekitar pada tahun 1980an dan juga sudah di terapkan pada beberapa sepeda mesin namun dengan jumlah yang terbatas. Untuk penamaan dari sitem *Efi* sendiri ada beberapa macam seperti *PGM- FI (Programmed Fuel*

Injection), *EGI* (*Electronic Gasoline Injection*), *EPI* (*Electronic Petrol Injection*), dan *Engine Management*.

Secara garis besar tujuan dari pergantian sistem bahan bakar konvensional menjadi sistem *EFI* ialah agar didapatkannya performa dan akselerasi mesin terbaik serta untuk pemakaian bahan bakar sendiri dapat ditekan menjadi sangat ekonomis serta untuk racun (Emisi) dapat dikurangi guna untuk menjaga kelestarian dan lebih ramah terhadap lingkungan (Subekti, 2017)

2.3.2 Prinsip Kerja Sistem *EFI* (*Electronic Fuel Injection*)

Injeksi bahan bakar dapat diartikan sebagai alat yang dapat mentransmisikan bahan bakar dengan menggunakan pompa pada tekanan tertentu untuk bercampur dengan udara yang masuk ke ruang bakar. Injeksi dengan mesin *EFI* yang menggunakan bahan bakar bensin biasanya dilakukan di ujung intake manifold, manifold masuk lebih awal dari pada katup masuk. Saat inlet valve terbuka, atau sebagai pengganti inlet step, aliran utama udara menuju ruang bakar bercampur dengan bahan bakar. Dalam proses ini, perangkat *EFI* harus mampu mengalirkan bahan bakar dalam jumlah tertentu yang disemprotkan agar dapat menyatu dengan udara dalam rasio kombinasi sesuai dengan situasi rotasi dan muatan pada mesin. Situasi suhu operasi dan suhu ekosistem secara signifikan mempengaruhi kinerja mesin. Sistem tersebut harus mampu menyalurkan jumlah bahan bakar yang dibutuhkan agar didapatkan performa mesin yang optimal.

2.4 Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan suatu zat yang dapat diubah menjadi energi. Bahan bakar sendiri bereaksi ketika gas melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di dalam udara, bahan bakar memiliki peran penting dalam proses kerja mesin, dimana pengoperasian mesin dijalankan dengan bantuan pembakaran bensin yang dihisap melalui pompa bensin kemudian dikabutkan dengan bantuan menggunakan injektor dan dipadatkan di dalam ruang bakar menggunakan pengapian nyala api busi.

2.4.1 Pertamax

Pertamax adalah bahan bakar bensin yang dihasilkan oleh Pertamina, pertamax sendiri diluncurkan pada tahun 1999 dan merupakan produk andalan dari Pertamina. Bahan bakar pertamax merupakan bensin tanpa timbal dengan kandungan aditif yang berfungsi membersihkan *Intake Valve Port Fuel Injector* bahan bakar pertamax sendiri memiliki nilai RON (*Research Octan Number*) sebesar 92 yang sangat dianjurkan untuk kendaraan berbahan bakar bensin yang memiliki kompresi tinggi.

Pertamax sendiri dapat memberikan kinerja pada mesin dengan hasil yang memuaskan apabila pada proses pembakaran didapatkan pembakaran yang sempurna. Untuk pembakaran yang sempurna sendiri tentunya dapat diperoleh apabila perbandingan campuran bahan bakar dan udara seimbang dengan percikan busi yang merambat keruang bakar secara serentak.



Gambar 2.1 pertamax 92 RON (*Research Octan Number*)

Spesifikasi Pertamax :

No	Karakteristik	Satuan	Batasan	
			Min	Maks
1	Bilangan oktan riset	RON	92,0	-
2	Warna		Biru	
3	Penampilan visual		Jenis dan terang	
4	Kandungan pewarna	gr/100	-	0,13
5	Berat jenis (pada suhu 15°C)	Kg/m ³	715	770
6	Tekanan uap	kPa	45	60

Sumber.

<https://www.pertamina.com/industrialfuel/media/24240/pertamax.pdf>

2.4.2 Etanol 96%

Penggunaan etanol sebagai bahan bakar alternatif kendaraan bermotor sudah dikenal sejak 1986, etanol sendiri merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui yang dihasilkan dari proses fermentasi glukosa yang dilanjutkan dengan proses destilasi. Etanol sendiri merupakan kependekan dari *etil alcohol* (C₂H₅OH), etanol merupakan cairan tak berwarna mempunyai bau yang khas dan mudah menguap, bahan bakar ini memiliki nilai oktan sebesar 117 RON.

Etanol sendiri mempunyai beberapa kelebihan dari pada bahan bakar pertalite ataupun pertamax, seperti sifat etanol yang dapat diperbarui serta menghasilkan gas buang yang ramah lingkungan karena gas buang CO₂ yang dihasilkan lebih rendah dari bahan bakar pertamax ataupun pertalite. Etanol dapat dihasilkan dengan beberapa cara seperti :

- a. Umumnya etanol sebagai bahan penyerap makanan dapat diproduksi melalui cara fermentasi dari makanan yang mengandung pati atau karbohidrat. Etanol yang dibuat dengan cara ini biasanya memiliki rentang yang rendah, untuk mendapatkan etanol dengan rentang yang lebih baik, sangat penting untuk melakukan cara pemurnian melalui

cara distilasi. Untuk kepentingan industri dalam skala yang lebih besar dihasilkan melalui fermentasi tetes tebu.

- b. Melalui sintesis kimia, memanfaatkan reaksi antara gas etilen dan uap air dengan asam sebagai katalis. Dalam proses ini katalis yang digunakan biasanya asam fosfat, asam sulfat juga dapat digunakan namun menggunakan asam ini sangatlah jarang.

Etanol dapat digunakan sebagai bahan bakar, namun harus berupa etanol dengan tingkat kemurnian yang berlebihan atau bebas dari kelembapan. Teknik pemurnian etanol dapat memanfaatkan prosedur distilasi namun tahap kemurnian yang diperoleh paling efektif 96% karena adanya kejadian azeotropik antara campuran etanol dan cairan. Untuk mendapatkan tahap etanol yang lebih baik, sangat penting untuk melakukan absorpsi fisik atau *molecular sieve*. Untuk penggunaannya sendiri, tidak dapat digunakan secara langsung, namun etanol perlu dimasukkan dengan bahan bakar. Misalnya etanol 10% dari 1 liter bahan bakar dapat digunakan sebagai bahan bakar (E10), untuk mengaplikasikannya sendiri perlu sangat berhati-hati karena etanol yang digunakan harus benar-benar lepas dari kandungan air, karena kandungan air material dapat menyebabkan kerusakan dan korosi pada mesin.

Secara teoritis, etanol memiliki oktan yang lebih tinggi yaitu 117 RON, dibandingkan dengan bensin 88 dan pertamax 92 RON, diharapkan dengan hal ini apabila bahan bakar etanol dicampur dengan bahan bakar bensin ataupun pertamax emisi gas buang yang dihasilkan dari kendaraan lebih baik dari pada hanya menggunakan bensin dan pertamax tanpa campuran etanol dan juga agar dapat menghemat pemakaian bahan bakar.



Gambar 2.2 Etanol 117 RON

Spesifikasi ethanol 96% :

Specific gravity, 20/20°c (maks)	0,816
Kemurnian, % vol (min)	95
Keasaman, % berat sbg as. Asetat (maks)	0,002
Bahhan tidak menguap, g/100mL (maks)	0,001
Kelarutan dengan air	Larut semua
Waktu uji permanganate, menit (min)	50
Bau	Tidak ada bau asing
Warna APHA (maks)	10
Air, % berat (maks)	-

Sumber : repository.wima.ac.id/3411/2/BAB%201.pdf

2.5 Performa Mesin

2.5.1 Daya

Menurut Sunyoto, dkk (2008:264), pada motor bakar daya dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Daya tersebut dikenakan pada torak yang bekerja bolak-balik di dalam silinder mesin. Jadi di dalam silinder mesin terjadi perubahan energy dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak. Daya indikator merupakan sumber tenaga persatuan waktu operasi mesin unuk mengatasi semua beban mesin.

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Pengertian dari daya adalah kecepatan yang menimbulkan kerja motor selama waktu tertentu (Jama dan Wagino, 2008 a: 24). Untuk mempermudah dalam menghitung daya pada kendaraan sepeda motor, dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$W = \frac{2\pi.n.T}{60.000} \dots \dots \dots \text{(Wirantara, 2019)}$$

Dimana : W = daya (HP)
n = Rpm
T = torsi

2.5.2 Torsi

Menurut Karnowo dan Raharjo (2008:98), Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya

$$T = F.r \text{ (kg.m) } \dots \dots \text{ (Wirantara, 2019).}$$

Dimana : T= torsi (Nm)

F = Beban dari Dynamometer (kg)

r = panjang lengan Dynamometer (m)

2.5.3 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar adalah dimana berkurangnya bahan bakar perwaktu untuk menghasilkan daya. Jadi konsumsi bahan bakar adalah ukuran ekonomi pemakaian bahan bakar (Winarno dan Karnowo, 2008 : 115).

$$SFC = M_f / N_e$$

$$M_f = v \times \rho \text{ bahan bakar} / t$$

Dimana :

SFC = Konsumsi bahan bakar spesifik (kg/jam.KW)

M_f = Jumlah bahan bakar persatuan waktu (kg/jam)

v = Volume bahan bakar yang digunakan

ρ = Berat jenis bahan bakar yang digunakan

t = Waktu yang diperlukan untuk konsumsi bahan bakar

N_e = Daya yang dihasilkan (KW)

2.6 ECU Standard



Gambar 2.3 ECU (*Electronic Control Unit*)

ECU adalah part yang sangat penting yang berfungsi mengatur beberapa fungsi dan fitur pada injeksi, *ECU* yang bertugas mengolah informasi dari sensor untuk kemudian menentukan langkah yang paling optimum. Bisa dikatakan *ECU* merupakan otak dari sebuah mesin. Di dalam *ECU* terdapat tabel bahan bakar yang akan dikirim melalui injektor sesuai kondisi mesin standar. Tabel pada *ECU* standar biasanya tidak dapat diubah, karena tujuan utama *EFI* ialah pengurangan kadar emisi gas buang beracun (Hidayat. 2012:119-120).

2.7 ECU Juken 5 BRT

ECU Juken 5 BRT merupakan *ECU programmed* pertama di Indonesia dengan fitur baru pada dunia otomotif, juken-5 adalah ECU generasi ke 5 yang didesain dirancang khusus untuk meningkatkan performa motor harian, korek harian atau performa *racing* balap. ECU ini juga memudahkan mekanik/pemakai pemula atau yang sudah mahir dalam menggunakan ECU programmable. Juken 5 sendiri dapat diseting dalam kondisi mesin sedang hidup baik menggunakan laptop ataupun menggunakan remote programmer, bagi pemula tidak perlu takut untuk belajar setting injeksi dengan juken 5 karena ECU ini dilengkapi dengan fitur *FACTORY RESET* sehingga jika terjadi kesalahan dapat dikembalikan pada kondisi semula.



Gambar 2. ECU Juken 5 New Vixion Lightning atau R15

Sumber :

https://www.bintangracingteam.com/detail_products/BRT1707000651/ECU

Juken 5 sendiri menggunakan teknologi *Dual Band*, didalam teknologi ini terdapat dua memori yang berfungsi sebagai cadangan data pada ECU tersebut, selain fungsi tersebut pada memori ini juga untuk menyimpan parameter-parameter seperti *base map*, *fuel correction* serta *ignition timing*. Jadi dengan adanya memori tersebut memudahkan halnya untuk menyesuaikan karakter motor serta lingkungan sekitar. Adapun beberapa fitur pada ECU juken 5 antara lain :

- a. Smart Dual (DUAL BAND)
- b. *Programmable* ECU dengan Remote *Programmer*
- c. Perangkat Juken 5 yang interaktif
- d. Seting dalam kondisi mesin menyala (LIVE)
- e. *Factory RESET*
- f. *Smart key compatible*
- g. Analisa grafik 3D
- h. *Base map auto calculation alogarithm*
- i. E-map (easy *Mapping*)

2.7.1 Basemap

Base map adalah parameter awal dimana berapa waktu yang dibutuhkan untuk injector menyemprot tiap besaran pada bukaan gas, untuk satuan dari base map sendiri menggunakan ms (mil second).

2.7.2 Fuell correction

Fuel corection merupakan parameter dimana fungsi dari fuel correction sendiri untuk mengoreksi angka dari base map dengan menambah atau mengurangi tiap besarnya pada bukaan gas, untuk satuannya sendiri menggunakan %.

2.7.3 Ignition Timing

Dapat di artikan sebagai durasi,waktu atau saat dimana busi mulai memunculkan api pada ruang bakar, terkait dengan posisi piston pada saat langkah kompresi. Untuk timing pengapian sendiri diukur dalam satuan derajat.

Posisi piston dan kruk as sebelum titik mati atas (TMA).Untuk mendapatkan torsi yang paling maksimal dari mesin, maka *timing* pengapian haruslah berada pada saat yang tepat yaitu kurang dari beberapa derajat sebelum piston melewati titik mati atas sehingga diperoleh tekanan optimal dari hasil pembakaran.

2.8 Cara Kerja ECU

ECU menerima dan menghitung seluruh informasi atau data yang diterima dari masing-masing sinyal sensor yang berada didalam mesin. Informasi yang diperoleh tersebut antara lain berupa informasi tentang suhu udara, suhu oli mesin, tekanan atau jumlah udara masuk, suhu air pendingin, posisi *throttle valve* atau katup gas, putaran mesin, posisi poros engkol, dan informasi yang lainnya. Selanjutnya ECU atau ECM menggunakan informasi-informasi tersebut untuk menghitung dan menentukan saat (*timing*) dan lamanya injektor bekerja untuk menyemprotkan bahan bakar dengan mengirimkan tegangan listrik ke solenoid injektor. Pada beberapa mesin yang sudah lebih sempurna, disamping mengontrol injektor, ECU atau ECM juga bisa mengontrol sistem pengapian (Jama dan Wagino. 2008 b: 283-284)

2.9 Injection Timing

Merupakan waktu dimana menentukan *timing* pengapian untuk mendapatkan pembakaran yang paling efisien, jika *injection timing* tidak tepat maka dapat dipastikan *ignition timing* juga tidak tepat masalah yang sering muncul pada hal ini biasanya tenaga mesin akan menjadi kurang selain itu juga akan berpengaruh pada pembakaran dan menciptakan emisi yang mungkin akan mencemari lingkungan.