

Pengaruh Mapping Ignition Timing Engine Control Unit (ECU)

Programmable Terhadap Torsi Dan Daya Motor Bensin 4 Langkah

Warso^{1,a*}, Nugrah Rekto Prabowo^a, sutarno^{a,2}, mastur^a

^a Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo, Banyumas

¹ email :warso.januari@gmail.com, ²sutarnopass@gmail.com

* Corresponding Author

ABSTRACT

The current technology applied to motorbikes is growing, so that it can improve the performance of fuel injection systems that can be controlled electronically by the Engine Control Unit (ECU) with sensors and actuators. ECU is currently produced by an Indonesian racing company other than a motorcycle manufacturer, the Programmable ECU which can change Ignition Timing (ignition time) with the aim of improving engine performance. That way it is necessary to do research that aims to determine the ignition time in the ECU program for torque and motor power of 4 steps. To simplify the implementation, the results of tables and graphs can be analyzed. The effect of standard ECU ignition time at 5 ° before TDC produces maximum torque of 14.86 Nm at 7500 rpm engine speed and 16.9 maximum power at 8500 rpm engine speed. The engine circulates 7500 rpm mapping ECU 1 torque is increased 3% to 15.25 Nm and power rises 3% to 17.4 HP on the 8750 rpm engine. After mapping again to ECU 2 and a 3% increase in torque and 4% power compared to the use of standard ECU ignition time. The resulting torque ECU maps 2 by 15.29 Nm at 7500 rpm engine speed and produces a maximum power of 17.6 HP on the 8750 rpm engine. At ECU 1, mapping with the highest ignition time at 32 ° before the top dead center is carried out. In mapping ECU 2 uses the ignition point time at 35 ° before the top dead center.

ABSTRAK

Teknologi saat ini yang diaplikasikan ke sepeda motor semakin berkembang, diantaranya untuk peningkatan performa mesin dari sistem bahan bakar dan sistem pengapian konvensional dapat dioptimalkan melalui system fuel injection yang semua terkontrol secara elektronik oleh Engine Control Unit (ECU) dengan perantara sensor dan actuator. ECU saat ini sudah diproduksi oleh perusahaan racing Indonesia selain dari produsen sepeda motor yaitu ECU Programmable yang dapat merubah Ignition Timing (waktu pengapian) dengan tujuan untuk meningkatkan performa mesin. Dengan begitu perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh ignition timing pada ecu programmable terhadap torsi dan daya motor bensin 4 langkah. Untuk mempermudah dalam pelaksanaan penelitian digunakan uji eksperimen di dynotest yang kemudian hasil dari pengujian dibuat tabel dan grafik yang selanjutnya di deskripsikan. Pengaruh dari ignition timing ecu standar pada 5° sebelum TMA menghasilkan torsi maksimum 14,86 Nm pada putaran mesin 7500 rpm dan daya maksimum 16,9 pada putaran mesin 8500 rpm. Di putaran mesin 7500 rpm ECU mapping 1 mengalami peningkatan torsi 3% menjadi 15,25 Nm dan daya mengalami peningkatan 3% menjadi 17,4 HP diputaran mesin 8750 rpm. Setelah dilakukan mapping lagi pada ECU 2 juga terjadi peningkatan torsi 3% dan daya 4% dibanding penggunaan ignition timing ecu standar. Torsi yang dihasilkan ECU mapping 2 sebesar 15,29 Nm di putaran mesin 7500 rpm dan menghasilkan daya maksimum 17,6 HP diputaran mesin 8750 rpm. Pada ECU 1 dilakukan mapping dengan ignition timing tertinggi pada 32° sebelum titik mati atas. Pada ECU mapping 2 menggunakan titik ignition timing pada 35° sebelum titik mati atas.



KEYWORDS

Fuel Injection System,
Engine Control Unit (ECU),
Ignition Timing,
Ecu Programmable, Mapping,
Torque and Power.



KEYWORDS

System Fuel Injection,
Engine Control Unit (ECU),
Ignition Timing,
Ecu Programmable, Mapping,
Torsi dan Daya.



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. Latar Belakang

Produsen sepeda motor berlomba-lomba untuk memproduksi sepeda motor yang ramah lingkungan, nyaman, gesit dan tidak kalah pentingnya untuk memikat para konsumen, keiritan konsumsi bahan

bakar juga jadi acuan produsen. Untuk peningkatan performa mesin juga dioptimalkan diantaranya melalui sistem fuel injeksi yang semua terkontrol secara elektronik oleh *Engine Control Unit (ECU)* [1]. *ECU* berfungsi untuk mengatur proses dari *internal combustion engine*.

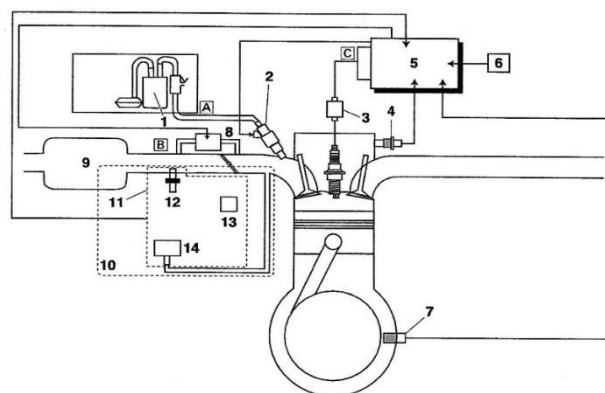
Perancangan dan unjuk kerja *engine control unit (ECU)* iquiteche pada motor yamaha vixion. Parameter yang dicari adalah torsi, daya dan konsumsi bahan bakar. Dari hasil penelitian yang diperoleh daya maksimum yang dihasilkan oleh *ECU* standar sebesar 11,6 HP terjadi pada putaran 7000 rpm dan Torsi maksimum yang dihasilkan oleh *ECU* standard sebesar 12,15 Nm terjadi pada putaran 7865 rpm sedangkan daya maksimum yang dihasilkan oleh *ECU* iquiteche sebesar 11,8 HP terjadi pada putaran engine 7000 rpm dan torsi maksimum yang dihasilkan oleh *ECU* iquiteche sebesar 12,93 Nm hal ini menyebabkan kenaikan daya sebesar 0,01%. Torsi maksimum yang dihasilkan oleh *ECU* standard sebesar 12,15 Nm hal ini menyebabkan kenaikan torsi sebesar 1,87%. [1]

ECU merupakan piranti elektronik yang berfungsi untuk mengatur frekuensi dan lebar pulse pada fuel injector dan waktu pengapian serta mengatur banyaknya bahan bakar yang diinjeksikan. Sehingga disamping melakukan modifikasi mekanisme mesin, penyetulan *ECU* menjadi hal yang sangat penting dilakukan agar performa mesin meningkat. [2]

Pada derajat pengapian yang dimajukan dari standarnya diperoleh peningkatan nilai prestasi pada mesin, dibanding derajat pengapian standar. Hal ini dapat dilihat dari nilai torsi dan daya poros yang lebih besar pada derajat pengapian yang dimajukan 6° dari standarnya. [3]. Beberapa konsumen menginginkan dengan keadaan mesin yang standart tetapi performa mesin meningkat, sedangkan semua proses dari pengapian (*ignition timing*), penyemprotan bahan bakar (*injector timing*), pendinginan semua sudah diatur secara paten oleh pabrik di *ECU* motor standart.

1.1. Prinsip Kerja System Fuel Injection

Semakin lama *injector* diberikan sinyal (durasi injeksi), semakin banyak bahan bakar yang disuplai. Semakin pendek waktu *injector* diberikan sinyal, semakin sedikit bahan bakar yang disuplai. Durasi *injector timing* dan *ignition timing* semuanya dikontrol oleh *ECU*, berdasarkan masukan dari sinyal – sinyal yang diperoleh dari *TPS (Throttle position sensor)*, *CKPS (Crankshaft position sensor)*, *IAPS (Intake air pressure sensor)*, *IATS (Intake air temperature sensor)*, *LAS (Learn angel sensor)* dan *Coolant temperature sensor*. *Ignition timing* ditentukan berdasarkan sinyal dari *CKPS*. Sehingga volume bahan bakar yang dibutuhkan mesin dapat disuplai setiap saat, sesuai dengan kondisi jalan dan pendoraraan. Pada gambar 2.8 digambarkan posisi bagian *system fuel injection*.



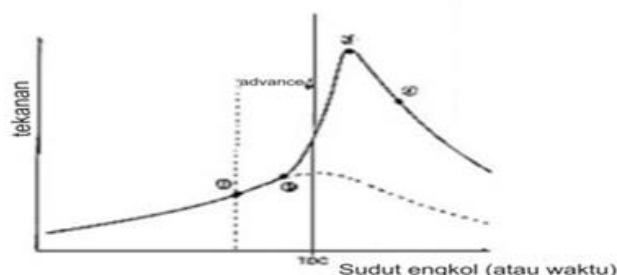
Gambar 1 Bagian System Fuel Injection

Sumber: Vixion manual book service yamaha (2007)

Bagian-bagian system FI vixion

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Pomp bahan bakar | 10. <i>Throttlebody</i> |
| 2. <i>Fuel injector</i> | 11. <i>Unit Throttle body sensor</i> |
| 3. <i>Ignition coil</i> | 12. <i>IATS</i> |
| 4. <i>Coolant temperature sensor</i> | 13. <i>TPS</i> |
| 5. <i>Engine Control Unit (ECU)</i> | 14. <i>IAPS</i> |
| 6. <i>Lean Angel Sensor (LAS)</i> | A. <i>Fuel system</i> |
| 7. <i>Crankshaft position sensor</i> | B. <i>Air system</i> |
| 8. <i>Fast Idle Solenoid (FID)</i> | C. <i>Control system</i> |
| 9. Rumah saringan udara | |

1.2. Pengapian



Gambar 2 Hubungan Antara Sudut Engkol dan Tekanan

1. Keterlambatan Pembakaran (*Delay Period*)

Periode keterlambatan pembakaran dimulai dari titik (1-2) yaitu mulai memerciknya busi. Selama periode ini campuran bahan bakar dan udara belum terbakar karena setiap benda yang bisa terbakar (dalam hal ini bahan bakar pembakaran bensin), memiliki sifat tidak langsung terbakar jika dinyalakan melainkan akan terbakar beberapa saat setelah benda tersebut diberikan penyalaan.

2. Penyebaran Api

Periode penyebaran api ditunjukkan pada titik (2-3) adalah saat dimana campuran bahan bakar dan udara mulai terbakar. Pada fase ini tekanan dalam silinder meningkat drastis dikarenakan adanya pembakaran campuran bahan bakar dan udara didalam silinder dan gerakan piston yang semakin mendekati TMA.

3. Puncak pembakaran (pembakaran akhir)

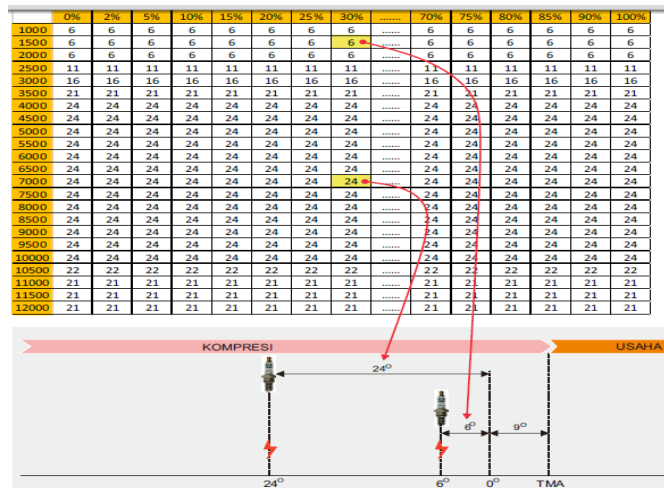
Puncak pembakaran akhir pada proses pembakaran dimulai pada titik (3-4) Tekanan pembakaran puncak terjadi pada titik fase ini. Puncak pembakaran akan ditentukan oleh saat pengapian dan nilai oktan dari bahan bakar. Semakin maju saat pengapian maka puncak pembakarannya pun akan terjadi semakin maju pula dan bila puncak pembakaran terlalu maju maka dapat menyebabkan terjadinya *knocking*, dan bila saat pengapian terjadi terlambat maka puncak pembakaran akan menjadi semakin jauh dari TMA yang menyebabkan tenaga yang dihasilkan menjadi berkurang. Begitu juga dengan nilai oktan bahan bakar, semakin tinggi nilai oktan pada bahan bakar maka akan semakin lama proses pembakarannya.

Sistem pengapian pada motor bensin sangat diperlukan. Berfungsi mengatur proses pembakaran antara campuran udara dan bahan bakar. Ledakan hasil pembakaran menghasilkan daya dorong piston yang kemudian dirubah oleh sistem yang lain menjadi gerak putar roda sehingga kendaraan dapat berjalan. Sistem pengapian dapat menghasilkan *out put* secara optimal jika memiliki percikan bunga api yang kuat, saat pengapian yang tepat dan sistem pengapian harus kuat dan tahan

Setelah campuran udara dan bahan bakar dibakar oleh bunga api, maka diperlukan waktu tertentu bagi api untuk merambat di dalam ruangan bakar. Oleh sebab itu akan terjadi sedikit keterlambatan antara awal pembakaran dengan pencapaian tekanan pembakaran maksimum. Dengan demikian, agar diperoleh output maksimum pada engine dengan tekanan pembakaran mencapai titik tertinggi (*sekitar 10° setelah TMA*), periode perambatan api harus diperhitungkan pada saat menentukan saat pengapian (*ignition timing*). Karena diperlukannya waktu untuk perambatan api, maka campuran udara – bahan bakar harus sudah dibakar sebelum TMA. Saat mulai terjadinya pembakaran campuran bahan bakar dan udara tersebut disebut dengan saat pengapian (*ignition timing*). [10]

1.3. Prinsip Kerja System Fuel Injection

Merupakan parameter yang menentukan kapan dan dimana busi (*spark plug*) dinyalakan dengan satuan derajat sebelum titik mati atas (TMA) sesuai bukaan *Throttle valve* dari 0% sampai 100%. Berfungsi untuk menyempurnakan pembakaran campuran udara dan bahan bakar sehingga dapat memaksimalkan kinerja mesin.



Gambar 3 Ilustrasi mapping ignition timing

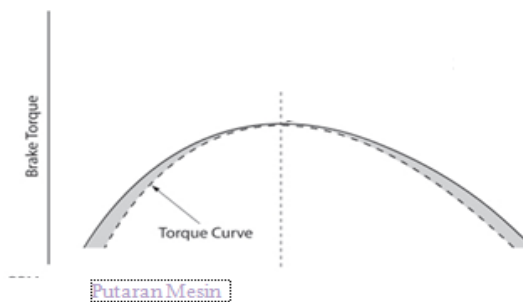
Sumber: Manual Book BRT

1.2. Unjuk Kerja Motor Bakar

Ada beberapa faktor unjuk kerja yang umum untuk semua motor penggerak mula, diantaranya adalah daya, torsi, tekanan efektif rata-rata pembakaran, konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*), efisiensi thermal dan emisi gas buang. Tetapi penulis memfokuskan pada daya dan torsi. Karena keterbatasan alat yang belum bisa dipadukan untuk menguji daya, torsi dan *sfc* pada sepeda motor *system fuel injection* pada saat bersamaan. Alat yang digunakan untuk menguji prestasi mesin adalah dynotest. Sedangkan untuk menguji *sfc* menggunakan Burret atau tabung ukur pengganti tangki bahan bakar.

1. Torsi

Torsi adalah ukuran kemampuan engine untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya.



Gambar 4 Kurva Torsi

Rumus yang digunakan dalam perhitungan Torsi :

$$T = F \times b \dots\dots\dots(2.1)$$

$$T = m \times g \times b \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

T = Torsi (Nm)

F = Gaya (N)

b = panjang Langkah

m= massa (Kg)

g = Gravitasi (9.81 m/s²)

2. Daya

Daya adalah kemampuan besarnya kerja motor dalam kurun waktu tertentu, cenderung ke speed atau kecepatan kendaraan bermotor. Rumus yang digunakan dalam perhitungan daya :

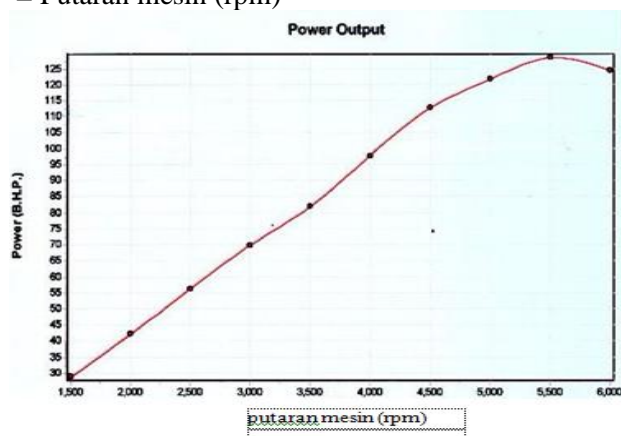
$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot T}{60000} (kW) \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

T = Torsi (Nm)

P = Daya (kW)

n = Putaran mesin (rpm)

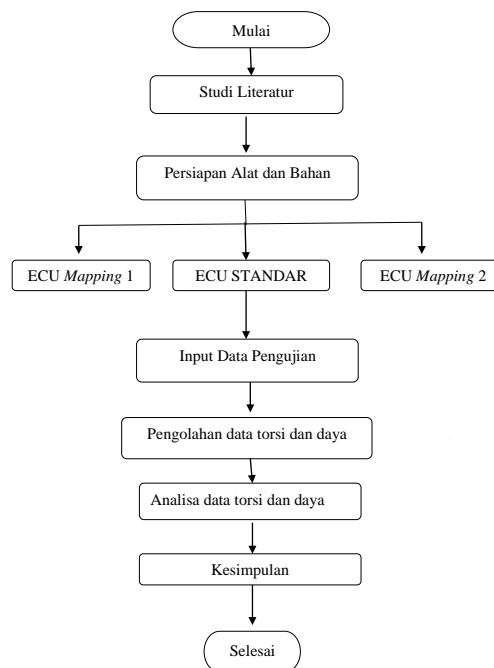


Gambar 5 Kurva Daya

2. Metodologi Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah *eksperimental*. Analisa yang digunakan adalah metode deskriptif, untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran secara sistematis terhadap fenomena yang terjadi pada saat pengujian. Penelitian ini membandingkan *mapping ignition timing ECU programmable* yang dipasang pada motor bakar bensin 150 cc, dengan memfokuskan ke daya dan torsi. Analisa yang digunakan adalah metode deskriptif. Untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran secara sistematis terhadap fenomena yang terjadi pada saat pengujian. Data hasil penelitian yang diperoleh kemudian dimasukkan ke tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan data dalam tabel dan grafik tersebut menjadi kalimat yang sederhana mudah dipahami, mudah dibaca, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai mencari jawaban atas permasalahan yang diteliti.

2.1. Flowchart Penelitian



Gambar 6. Flowchart Penelitian

2.2. Document Details

2.2.1. Abbreviations/Terms/Notations/Symbols

The use of the abbreviation is permitted, but the abbreviation must be written in full and complete when it is mentioned for the first time and it should be written between parentheses. Terms/Foreign words or regional words should be written in italics. Notation should be brief and clear and written according to the standardized writing style. Symbols/signs should be clear and distinguishable, such as the use of number 1 and letter 1 (also number 0 and letter O).

2.2.2. Measurements

For measurements use S.I Units (System International units). Measurement should be abbreviated (e.g. mm, kcal, etc.) in accordance the Style Manual for Biological Sciences and using the metric system. Do not begin sentences with a numerical figure. When heading a sentence, numbers should be spelled out.

2.2.3. Section Headings

Three levels of heading are allowed as follows:

- Level 1 (Heading 1 format) - 11pt, bold, left-justified
- Level 2 (Heading 2 format) - 11pt, bold, left-justified
- Level 3 (Heading 3 format) - 11pt, bold italic, left-justified

2.2.4. Body Text

The body of the text is a set of body text paragraphs defined as follows:

- 11 pt Times New Roman
- Single space, defined as 12pt
- Spacing after the heading is 3pt
- Spacing before the new heading is 3pt

2.2.5. Bullets

There are two levels of allowed bulleting:

- This is the first bullet level

- This is a sub-bullet level

3. Hasil dan Pembahasan

Pada proses pengambilan data data penelitian pada dynotest dengan melakukan pengambilan data torsi dan daya tiap-tiap perlakuan.

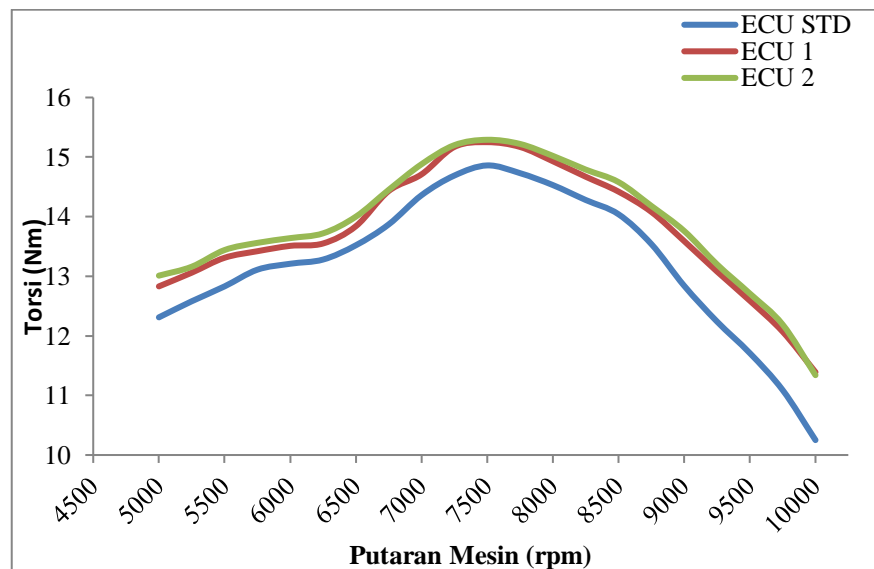
3.1. Analisis Data Uji Torsi

Tabel 1 Torsi Hasil Penelitian

Putaran Mesin (rpm)	Torsi (Nm)		
	ECU STD	ECU1	ECU 2
5000	12.31	12.83	13.01
5250	12.58	13.06	13.16
5500	12.83	13.31	13.44
5750	13.11	13.42	13.56
6000	13.21	13.51	13.64
6250	13.28	13.55	13.72
6500	13.52	13.84	14
6750	13.87	14.43	14.45
7000	14.36	14.71	14.88
7250	14.69	15.17	15.2
7500	14.86	15.25	15.29
7750	14.73	15.17	15.22
8000	14.53	14.93	15.02
8250	14.28	14.67	14.79
8500	14.04	14.42	14.58
8750	13.54	14.08	14.18
9000	12.84	13.59	13.76
9250	12.24	13.08	13.2
9500	11.71	12.59	12.71
9750	11.09	12.07	12.19
10000	10.25	11.39	11.34
Jumlah Total	277.87	289.07	291.34
Rata-rata Torsi	13.23	13.76	13.87
Maksimum Peningkatan	14.83	15.3	15.31
		3%	3%

Berdasarkan tabel 1 hasil pengujian didapatkan torsi maksimal sebagai berikut;

1. Pada *ECU* Standar Torsi maksimal pada putaran mesin 7500 rpm sebesar 14,86 Nm.
2. Pada *ECU mapping 1* Torsi maksimal pada putaran mesin 7500 rpm sebesar 15,25 Nm
3. Pada *ECU mapping 2* Torsi maksimal pada putaran mesin 7500 rpm sebesar 15,29 Nm



Gambar 7 Hasil Torsi Penelitian

3.2. Pembahasan uji torsi

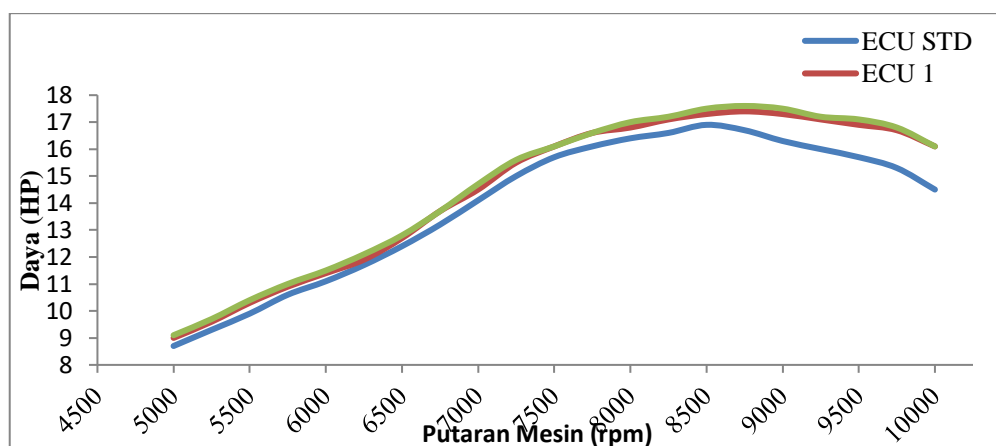
Dari Gambar 2 bisa dilihat pengaruh dari *ignition timing* ecu standar pada 5° sebelum TMA dan pengaruh dari *mapping ignition timing* pada ECU 1 dan ECU 2. Torsi terbesar diperoleh *mapping* ECU 2 yaitu pada putaran mesin 7500 rpm sebesar 15,29 Nm. Dikarenakan *mapping ignition timing* ECU 2 pada tps 2%-25% dan putaran mesin dari 4000 rpm – 8000 rpm diletakan pada *timing* 35° sebelum TMA, Pada bukaan *throttle* 30% - 100% di titik 32° sebelum TMA. Pada ECU 1 dihasilkan torsi sebesar 15,25 Nm pada putaran mesin 7500 rpm. Pada ECU 1 *tps* di bukaan 2% - 25% dan diputaran mesin 4000 rpm – 7500 rpm, *ignition timing* ada pada posisi 32° sebelum TMA. Diputaran 4000 rpm – 8000 rpm dan posisi *TPS* pada 30% - 100% *ignition timing* pada titik 29° sebelum TMA. Torsi rata-rata yang dihasilkan oleh ECU 1 mengalami peningkatan 3% dibanding dengan menggunakan ECU standar dan saat menggunakan ECU 2 mengalami peningkatan 3% dari *ignition timing ECU STD* . Semakin tinggi putaran mesin maka semakin besar nilai derajat pengapian sebelum titik mati atas.

3.3. Analisis Data dan Pembahasan Hasil Penelitian Uji Daya

Tabel 2. Daya Hasil Penelitian

Putaran Mesin (Rpm)	Daya (HP)		
	ECU STD	ECU 1	ECU 2
5000	8.7	9	9.1
5250	9.3	9.6	9.7
5500	9.9	10.3	10.4
5750	10.6	10.9	11
6000	11.1	11.4	11.5
6250	11.7	11.9	12.1
6500	12.4	12.7	12.8
6750	13.2	13.7	13.7
7000	14.1	14.5	14.7
7250	15	15.5	15.6
7500	15.7	16.1	16.1
7750	16.1	16.6	16.6
8000	16.4	16.8	17
8250	16.6	17.1	17.2
8500	16.9	17.3	17.5
8750	16.7	17.4	17.6
9000	16.3	17.3	17.5
9250	16	17.1	17.2
9500	15.7	16.9	17.1
9750	15.3	16.7	16.8
10000	14.5	16.1	16.1
Jumlah Total	292.2	304.9	307.3
Rata-rata	13.91	14.51	14.63
Daya Maksimum	16.85	17.4	17.6
Peningkatan		3%	4%

1. Pada *ECU* Standar daya maksimal pada putaran mesin 8500 rpm sebesar 16,9 HP.
2. Pada *ECU* 1 daya maksimal pada putaran mesin 8500 rpm sebesar 17,4 HP.
3. Pada *ECU* 2 daya maksimal pada putaran mesin 8750 rpm sebesar 17,6 HP.



Gambar 8 Grafik Daya Hasil Penelitian

3.2. Pembahasan uji daya

Dari tabel 2. bisa dilihat pengaruh dari *ignition timing* ecu standar pada 5° sebelum TMA dan pengaruh dari *mapping ignition timing* pada ecu 1 dan ecu 2. Daya terbesar diperoleh *mapping* Ecu 2 yaitu pada putaran mesin 8750 rpm sebesar 17,6 HP. Dikarenakan *mapping ignition timing* ECU 2 pada tps 2%-25% dan putaran mesin dari 4000 rpm – 8000 rpm diletakan pada *timing* 35° sebelum TMA. Pada ECU 1 mengalami peningkatan dengan dihasilkan daya sebesar 17.4 HP pada putaran mesin 8500 rpm. Pada ECU 1 di bukaan 2% - 25% pada TPS dan diputaran mesin 4000 rpm – 7500 rpm *ignition timing* ada pada posisi 32° sebelum TMA. Daya yang dihasilkan dari pemasangan ECU 2 mengalami peningkatan sebesar 4% dari yang dihasilkan oleh ECU STD. Ini karena *Ignition timing* dimajukan menjauh sebelum TMA guna menghasilkan daya maksimum tidak terlalu jauh setelah TMA. Semakin tinggi putaran mesin maka semakin besar nilai derajat pengapian sebelum titik mati atas.

4. Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data perubahan *mapping ignition timing* terhadap motor bensin 4 langkah, dapat disimpulkan sebagai berikut:

Pengaruh dari *ignition timing* ecu standar pada 5° sebelum TMA dan pengaruh dari *mapping ignition timing* pada ecu 1 dan ecu 2. Torsi terbesar diperoleh *mapping* Ecu 2 yaitu pada putaran mesin 7500 rpm sebesar 15,29 Nm. Dikarenakan *mapping ignition timing* ECU 2 pada tps 2%-25% dan putaran mesin dari 4000 rpm – 8000 rpm diletakan pada *timing* 35° sebelum TMA, Pada bukaan *throttle* 30%-100% dititik 32° sebelum TMA. Pada ECU 1 dihasilkan torsi sebesar 15,26 Nm pada putaran mesin 7500 rpm. Pada ECU 1 di bukaan 2% - 25% pada *Tps* dan di putaran mesin 4000 rpm – 7500 rpm, *ignition timing* ada pada posisi 32° sebelum TMA. Diputaran 4000 rpm - 8000 rpm dan posisi *TPS* pada 30%-100% *ignition timing* pada titik 29° sebelum TMA. Torsi yang dihasilkan oleh ECU 1 mengalami peningkatan 3% dari torsi ECU Standar dan ECU 2 mengalami peningkatan 3% dari *ignition timing* ECU STD yang menggunakan 5° sebelum TMA. Puncak pembakaran akan ditentukan oleh saat pengapian dan nilai oktan dari bahan bakar. Semakin maju saat pengapian maka puncak pembakarannya pun akan terjadi semakin maju pula dan bila puncak pembakaran terlalu maju maka dapat menyebabkan terjadinya *knocking*, dan bila saat pengapian terjadi terlambat maka puncak pembakaran akan menjadi semakin jauh dari TMA yang menyebabkan tenaga yang dihasilkan menjadi berkurang. Begitu juga nilai oktan bahan bakar, semakin tinggi nilai oktan pada bahan bakar maka akan semakin lama proses pembakarannya.

Pengaruh dari *ignition timing* ecu standar pada 5° sebelum TMA dan pengaruh dari *mapping ignition timing* pada ecu 1 dan ecu 2. Daya terbesar diperoleh *mapping* Ecu 2 yaitu pada putaran mesin 8750 rpm sebesar 17,6 HP. Dikarenakan *mapping ignition timing* ECU 2 pada tps 2% - 25% dan putaran mesin dari 4000 rpm – 8000 rpm diletakan pada *timing* 35° sebelum TMA. Pada ECU 1 dihasilkan daya sebesar 17,4 HP pada putaran mesin 8750 rpm. Pada ECU 1 di bukaan 2% - 25% pada tps dan diputaran mesin 4000 rpm – 7500 rpm *ignition timing* ada pada posisi 32° sebelum TMA. Daya dari ECU 1 meningkat 3% dari daya yang dihasilkan oleh ECU STD, dan daya yang dihasilkan pada penggunaan ECU 2 meningkat 4% dari daya yang dihasilkan ECU Standar.

Referensi

- [1] Fahmi dan Yuniarto (2013). "Perancangan dan unjuk kerja engine control unit (ECU) Iquteche pada motor Yamaha vixion". Jurnal Teknik Pomits Volume 1 Nomor 1 Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [2] Weil,t.c, selamat,H., & alimin,A. J (2010). "Modelling and control of an engine fuel injection system". *Internasional journal of simulation system, sciene & technology*, 11(5), 48-60
- [3] Syahril (2013) *Analisis variasi derajat pengapian terhadap kinerja mesin*" Jurnal teknik vol.3 no.1/april 2013
- [4] Saepudin (2015) "Kajian Eksperimental Tentang Pengaruh Settingan ECU Terhadap Kinerja Motor Bensin 4 Langkah 150cc Berbahan Bakar Pertamina", Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

-
- [5] Anahdi (2017) “*Pengaruh variasi timing injection dan timing pengapian dengan menggunakan BRT juken 3 terhadap kinerja motor 4 langkah 110cc bahan bakar pertalite*”, Tugas Akhir Universitas muhammadiyah Yogyakarta.
- [6] Chahyo (2017) “*Pengaruh perubahan durasi injeksi dan timing pengapian terhadap performa mesin Honda vario 125 menggunakan ecu programmable juken 2 yamaha viion pada mobil hybrid H15 garuda UNY*”, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [7] Wahyu Hidayat, ST(2012). “*Motor Bensin Modern*”. Jakarta Rineka Cipta.
- [8] Yamaha (2007) “*Vixion Service Manual book*”. PT Yamaha Indonesia Motor Manufacturing, Indonesia.
- [9] BRT, “*Juken Manual Book Indonesia*” Bintang Racing Team Indonesia
- [10] Jama, Jalius (2008) .”*Teknik Sepeda Motor Jilid 2*”. Direktorat pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta