

OPTIMASI KINERJA ECU (*ELECTRONIC CONTROL UNIT*) MELALUI PEMROGRAMAN REMAPPING PADA MESIN EFI

Sigit Mintoro

¹STMIK DCC Kotabumi Jl. Negara Candimas No.03 Kotabumi Lampung Utara

Teknik Komputer, STMIK DCC Kotabumi

e-mail : sigitmintoro76@gmail.com

Abstrak

Remapping derajat pengapian pada sistim mesin injeksi merupakan pengapian 3 dimensi digunakan sebagai penentu derajat pengapian yang berhubungan dengan kinerja mesin. Sistim dalam pengapian ini akan meningkatkan optimasi kinerja ECU terhadap performa mesin baik pada putaran mesin rendah maupun putaran tinggi. Dengan melakukan remapping pada system pengapian mesin efi akan meningkatkan daya mesin, torsi mesin, menghemat bahan bakar dan waktu akses sensor dan actuator akan menjadi lebih efisien terhadap ECU sebagai control utama pada kendaraan. Dengan melakukan optimasi kinerja ECU melalui pemrograman remapping pada mesin injeksi, dengan mengambil data-data melalui engine scanner tool dari Electronic Control Unit (ECU) dan software VEMS Tune. Dalam software VEMS ini dapat merubah database pada ECU, yang memiliki program untuk mengontrol kinerja ECU terhadap mesin injeksi melalui input sensor-sensor dan output pada actuator. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa kali pengujian sehingga kinerja ECU mendapatkan hasil yang maksimal pada posisi derajat pengapian yang tepat yaitu ignition timing maju 15% akan menghasilkan daya dan konsumsi bahan bakar yang ideal sesuai dengan kapasitas mesin injeksi sehingga kinerja ECU akan lebih baik. Remapping ECU pada derajat pengapian dilakukan untuk menghasilkan kinerja ECU terhadap mesin injeksi mengalami peningkatan mulai dari 25 % hingga 60% dan dapat mengurangi efisiensi mesin.

Kata kunci : Kinerja ECU, ignition timing, dan pemrograman remapping

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi telah mendorong usaha pada bidang otomotif untuk menciptakan teknologi yang semakin maju. Diantara teknologi tersebut adalah pengembangan mesin kendaraan dengan sistem bahan bakar injeksi (EFI), dengan menggunakan kontrol elektronik yaitu Elektronik Control Unit (ECU).

Mesin-mesin EFI saat ini dituntut untuk menghasilkan performa yang tinggi dengan konsumsi bahan bakar yang rendah dan gas emisi buang yang rendah. Mesin yang sudah menggunakan kontrol dengan ECU, yaitu komponen elektronika didalam kendaraan yang berfungsi untuk mengatur frekwensi dan lebar pulsa pada fuel injector serta waktu pengapian untuk mengatur jumlah bahan bakar dan semprotan pada injeksi ke ruang bahan bakar.

Pengaturan-pengaturan ulang dalam ECU disebut engine remapping ini sangat penting dilakukan untuk mesin yang sudah digunakan lebih dari 5 tahun, atau terjadi hal-hal kerusakan pada sensor dan actuator pada mesin sehingga performa mesin mengalami penurunan atau meningkatkan performa mesin lebih meningkat dari setingan awal pabrik. Dalam melakukan remapping ECU perlu tindakan khusus, baik secara mekanis maupun secara komputasi.

Pada engine control unit (ECU) dengan perangkat elektronika didalamnya untuk mengatur injeksi bahan bakar dengan didukung berbagai sensor-sensor dan actuator untuk meminimalkan bahkan menghilangkan racun hasil pembuangan gas sisa pembakaran dari kendaraan. Pada system kendaraan yang menggunakan sistim injeksi banyak sekali kelebihan, tetapi masih ada juga kekurangannya.

Dalam penelitian ini dengan judul optimasi kinerja ECU melalui pemrograman remapping ini, merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan performa mesin. Mesin-mesin yang memiliki pengontrol elektronik (ECU), apabila terjadi kerusakan pada pengontrol utama kendaraan yaitu ECU ini akan mempengaruhi kinerja mesin, bahkan tidak dapat berfungsi atau kendaraan tidak dapat hidup sebagaimana mestinya. Menurut *Bambang Sudarmanta*, dalam penelitiannya menyimpulkan mapping yang dilakukan terhadap waktu pengapian akan menghasilkan perbaikan unjuk kerja engine mulai 14 sampai 83%. Selain itu juga penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh *Paridawati Magister Teknik Mesin Universitas Diponogoro* yang berjudul dari hasil penelitiannya memberi kesimpulan bahwa dengan memajukan titik penyalaan pada ruang bakar sesuai hasil simulasi ANN, dapat meningkatkan performa mesin pada titik penyalaan 20% berupa efisiensi penggunaan bahan bakar sebesar 12%. Dalam melakukan optimasi banyak sekali yang perlu dilakukan pengaturan-pengaturan seperti waktu penyalaan bahan bakar (ignition timing).

Dengan dilakukan pemrograman ulang akan didapatkan hasil yang maksimum dan kinerja ECU akan berpengaruh pada engine mesin baik pada saat putaran mesin rendah dan putaran mesin tinggi dengan melihat dari segi spesifikasi kendaraan dan jenis mesin yang digunakan.

Berdasarkan uraian diatas, dalam pengujian yang dilakukan Optimasi kinerja ECU melalui pemrograman *Remapping* pada mesin EFI, dengan melakukan perubahan

derajat pengapian pada *Ignition Timing* mundur 10° degre, 12° deggre, mundur 10° deg, 12° deggre sebelum TMA pada variasi putaran mesin 1000 rpm – 4000 rpm.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penyetelan derajat pengapian (*ignition timing*) dari ECU terhadap daya mesin, torsi, konsumsi bahan bakar pada mesin EFI melalui pemrograman *remapping*.
2. Bagaimana pengaruh penyetelan derajat pengapian (*ignition timing*) dari ECU terhadap parameter sensor-sensor dan actuator setelah dilakukan Remapping pada mesin EFI.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pengujian menggunakan kendaraan bermesin EFI yang dikontrol ECU standart pabrik (Toyota Avanza).
2. Variabel pengujian adalah :
 - a. Putaran mesin 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 rpm.
 - b. Buka throttle 40 %, 50%, 60%, 70%, dan 80%.
 - c. Derajat pengapian mundur dan maju 4° dan 2° deggre dari nilai ECU standart.
3. Parameter akses respon waktu pada *sensorthrottle position sensor* (IATS), *Engine Coolant temperatur* (ETC), *Ignition Timing*, *Absolute Throttle Position* (TPS), *Engine rpm*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitianeksperimen ini adalah untuk mengetahui pengaruh ECU setelah dilakukan remapping derajat pengapian pada mesin EFI.Strategi yang digunakan dengan melakukan pengujian terhadap mesin yang sudah menggunakan teknologi sistem injeksi sehingga diperoleh data-data mengenai komposisi pada daya mesin, torsi mesin, tekanan efektif rata-rata, konsumsi bahan bakar seta waktu akses sensor selanjutnya diolah untuk di simpulkan.

Secara rinci tujuan pengujian ini adalah :

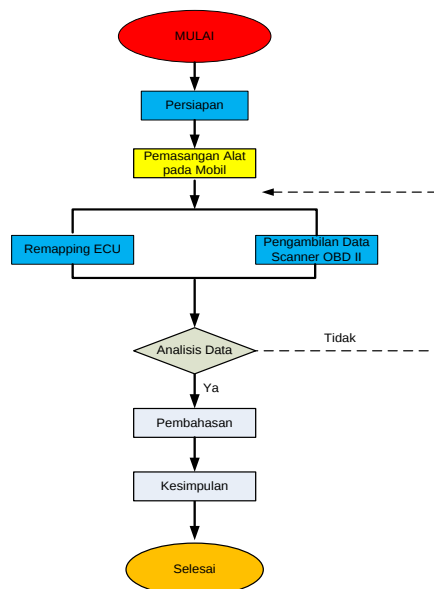
1. Untuk mengoptimalkan kinerja ECU untuk meningkatkan performa mesin melalui derajat pengapian yang tepat.
2. Mengoptimalkan waktu akses dari sensor-sensor dan actuator ke ECU dalam mengirim sinyal data melalui *remapping* program derajat pengapian.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai informasi kepada pengguna kendaraan yang sudah menggunakan teknologi bermesin EFI, agar tetap memperhatikan kondisi mesin sehingga kendaraan yang digunakan tetap optimal untuk menekan konsumsi bahan bakar agar dapat mengurangi biaya operasional kendaraan, dan tidak terjadi kerusakan mesin yang lebih berat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Metodologi Pengujian



Gambar 2.1 Diagram alir pengujian

2.2 Peralatan Pengujian

Pengujian awal sebelum data ECU dilakukan *remapping* sebagai dasar data awal dengan menggunakan engine scanner tool terhadap sensor dengan melihat dari putaran mesin (rpm), bukaan throttle dan derajat pengapian awal.

2.3 Kendaraan Uji

Kendaraan yang digunakan dalam pengujian ini adalah Toyota Avanza 1300 cc. Sebelum dilakukan pengujian kendaraan dicek terlebih dahulu (tune Up) untuk memastikan kendaraan uji dalam keadaan standart dan baik.

2.4. Electronic Control Unit (ECU) Programmable

Electronic Control Unit (ECU) pada kendaraan Toyota Avanza dengan Tyepe 89560-BZ730 keluaran Daihatsu (Fujitsu Philippines). Pada ECU ini terdapat memori sebagai penyimpan program data dengan tegangan kerja 12 Volt. Pada gambar 2.2 terlihat bentuk dari ECU Toyota Avanza yang akan digunakan dalam pengujian ini.



Gambar 2.2 ECU Toyota Avanza

2.5 Engine Scanner OBD 2 ELM-327

Alat ini digunakan untuk mendiagnosis kerusakan dan mengontrol (*monitoring realtime*) dalam menampilkan *Diagnostic Trouble Codes* (DTC's) kendaraan. Pada perkembangan teknologi OBD semakin maju dengan system OBD informasi dari ECU (*Engine Control Unit*), dan akan terbaca dalam bentuk PID (Parameter Identification Unit). Tampak gambar tampilan bentuk dari scanner ELM-327 pada gambar 2.3 dan spesifikasinya pada table 2.3 dibawah ini :



Gambar 2.3 Scanner ELM-327

2.6 Software Remapping VEMS Tune

Untuk melakukan remapping ECU dengan pemrograman pada derajat pengapian, dalam pengujian ini menggunakan software Mega Tune. Software *ECU VEMS* ini memiliki kemampuan yang tidak jauh berbeda dengan Mega Tune, dengan aplikasi tambahan dan user friendly yang baik sehingga VEMS Tune lebih baik dari Mega tune.



Gambar 2.4 Software ECU mapping VEMS Tune

2.7 Tempat dan Waktu Penelitian

Pengujian torsi mesin dan pengambilan data dengan engine scanner tool dilaksanakan di SMK Nusantara 1 Kotabumi pada Laboratorium praktik Ototronik dan Otomotif. Mapping ECU dilakukan dengan bantuan teknisi dari dealer Astra Toyota.

2.8 Skema Pengujian

Skema pemasangan kabel dari komputer ke ECU kendaraan dengan menggunakan kabel data dan Wifi.



Gambar 2.5 Skema pemasangan kabel data ECU ke Komputer

2.8 Parameter Penelitian dan Variabel Pengujian

Tabel 2.1 Variabel pengujian

No.	Variabel /Faktor	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
1.	Putaran Mesin (<i>rpm</i>)	1000	1500	2000	2500	3000
2.	Temperatur Mesin(<i>°C</i>)	20	40	50	60	80
3.	Bukaan Throttle(<i>%</i>)	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %
4.	Derajat Pengapian (<i>°deg</i>)	10°	12°	14°	16°	18°

2.9 Desain Eksperimen

Desain eksperimen berdasarkan data hasil pengujian dan perhitungan dengan menggunakan pada hasil perhitungan rata-rata dapat menggunakan persamaan :

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

x : Nilai rata-rata

$\sum x$: hasil penjumlahan nilai data

n : Jumlah data

Hasil dari perhitungan rata-rata setiap parameter dengan variabel putaran mesin 1000, 1500, 2000 dan 2500 rpm dengan temperature 20, 40, 60 dan 80°C.

Kecepatan respon akses waktu , yaitu kecepatan jarak perpindahan waktu respon data, maka didapat dengan persamaan :

$$T_{resp} = t_1 - t_0$$

2.10 Analisis Data Hasil Pengujian

Parameter Daya (Ps) dan Torsi (T) Mesin

Menurut buku karya Wiranto Arismunandar 1992 : hal 32, parameter torsi (T) dari daya efektif (Ne) pada tingkatan putaran tertentu dengan persamaan :

$$Ne = \frac{T \cdot n}{716,2} \quad (\text{PS})$$

$$T = \frac{Ne \cdot 716,2}{n} \quad (\text{m. kg})$$

a. Parameter Tekanan Efektif Mesin (Pe)

Tekanan efektif rata-rata motor (P_e) dengan menggunakan rumus :

$$P_e = \frac{T \times 2\pi \times 100}{V_L \times Z \times a} \quad (\text{kg/m}^2)$$

b. Parameter Pemakaian Bahan Bakar (G_f)

Untuk mencari perhitungan konsumsi bahan bakar (G_f) dengan menggunakan persamaan :

$$G_f = \frac{N_e \cdot 632}{\eta_{th} \cdot Q_c} \quad (\text{kg/jam})$$

$$\eta_{th} = \frac{N_e}{G_f \times N_{pb}} \times 632 \times 100\% \quad (100\%)$$

$$\eta_{th} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad \text{atau} \quad \eta_{th} = 1 - \left[\frac{1}{r}\right]^{k-1}$$

Rumus pemakaian bahan bakar spesifik dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$B_e = \frac{G_f}{N_e} \quad (\text{kg/PSjam})$$

d. Parameter Daya Indikator (N_i)

Daya indikator (N_i) diperoleh dengan rumus :

$$N_i = N_e / \eta_{Mek} \quad (\text{PS})$$

pemakaian bahan bakar spesifik indikator (B_i) dapat dicari dengan rumus :

$$B_i = G_f / N_i \quad (\text{Kg/PSjam})$$

Parameter Efisiensi Volumetris (η_{vol})

$$\eta_{vol} = \frac{BM}{BM} \times 100\% \quad (100\%)$$

efisiensi volumetrik (η_v) persamaan:

$$H_{vol} = \frac{G_a}{G_i}$$

$$G_{ai} = V_L \times \gamma_{ai} \times z \times n \times 0,5 \times 60$$

γ_{ai} persamaan

$$P \cdot V = G \cdot R \cdot T$$

$$P = \frac{G}{V} \times R \times T = \gamma_{ai} \cdot R \cdot T$$

$$\gamma_{ai} = \frac{p}{R \cdot T} = \frac{10330p}{29,3 \times 300} = 1,175 \text{ kg/m}^3$$

Sehingga G_{ai} pada putaran 5000 rpm dapat diperoleh :

$$G_{ai} = (582,536 \times 10^{-6}) \times 1,175 \times 6 \times 5000 \times 0,5 \times 60 = 616,03 \text{ kg /jam}$$

Tingkat putaran setelah G_{ai} didapat maka G_a dari persamaan :

$$f = G_f / G_a$$

f = perbandingan bahan bakar dan udara = 0,0662 (E.F.Robert, 1968:193)

e. Respon Waktu Logging ECU dengan Sensor

Dalam perhitungan menurut standart *SAE J1979* General untuk menghitung waktu akses logging dengan rumus:

$$T_{Respon} = \frac{\sum x}{60}$$

Keterangan :

T_{resp} : Waktu logging detik

$\sum x$: hasil penjumlahan waktu rata - rata

60 : waktu konstant detik

Sesuai dengan standart *SAE J1979* pada perhitungan saat proses realtime monitoring yang dilakukan pada ECU kendaraan mobil

Rumus setiap parameter dengan variabel penelitian :

$$Error \% = d_{ECU} - GDS_{dashboard}$$

Dimana :

Error : %

d_{ECU} : Data ECU hasil dari *Engine Scanner Tool*

GDS : Data pengamatan parameter *dashboard*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengolahan Data

Tahapan Pengambilan data penelitian ini terdapat beberapa tahapan pengujian yaitu :

1. Pengambilan data ECU awal data standart remapping derajat pengapian .
2. *Remapping* 1 database *retard*/mundur 4° deg derajat pengapian standart.
3. *Remapping* 2 database *retard*/mundur 2° deg derajat pengapian standart.
4. *Remapping* 3 database *advance*/maju 2° deg derajat pengapian standart.
5. *Remapping* 4 database *advance*/maju 4° deg derajat pengapian standart.

6. *Remapping* 5 database derajat pengapian standart, melihat respon waktu terhadap sensor dan aktuator.

3.2 Remapping ECU Derajat pengapian

Pada pengujian remapping ECU dengan menggunakan software VEMS Tune untuk merubah derajat pengapian. Hasil pembacaan Rpm/Map *ignition* table pada derajat pengapian standart.

Gambar 3.1 Table pada *remapping* derajat pengapian standart

3.3 Uji Daya Mesin dan Torsi

Tabel 3.1 Hasil rerata pengujian daya mesin, torsi dan Tekanan Efektif rata-rata (P_e)

Variabel		ECU Standard		ECU Mapping 1		ECU Mapping 2		ECU Mapping 3		ECU Mapping 4		ECU Mapping 5		
Uji	(rpm)	Daya out pada Engine	Torsi pada Engine	Daya out pada Engine	Torsi pada Engine	Daya out pada Engine	Torsi pada Engine	Daya out pada Engine	Torsi pada Engine	Daya out pada Engine	Torsi pada Engine	Daya out pada Engine	Torsi pada Engine	
		n	Pe (PS)	T (Nm)	n	Pe (PS)	T (Nm)	n	Pe (PS)	T (Nm)	n	Pe (PS)	T (Nm)	n
Data Pengambilan	1000	37.4	26.8	45.7	32.7	48.9	35.0	54.3	38.9	50.2	36.0	35.4	25.3	
	1500	72.1	34.4	87.8	41.9	96.5	46.1	89.4	42.7	94.2	45.0	66.0	31.5	
	2000	110.2	39.5	105.3	37.7	122.4	43.8	116.7	41.8	143.9	51.5	97.0	34.8	
	2500	118.5	33.9	117.2	33.6	132.4	37.9	134.2	38.4	149.4	42.8	111.1	31.8	
	3000	116.9	27.9	114.8	27.4	146.9	35.1	140.5	33.5	160.6	38.3	104.2	24.9	
		455.0	162.5	470.8	173.3	547.2	198.0	535.0	195.3	598.3	213.6	413.7	148.3	
Rata-Rata		91.0	32.5	94.2	34.7	109.4	38.6	107.8	38.1	119.7	42.7	82.7	29.7	

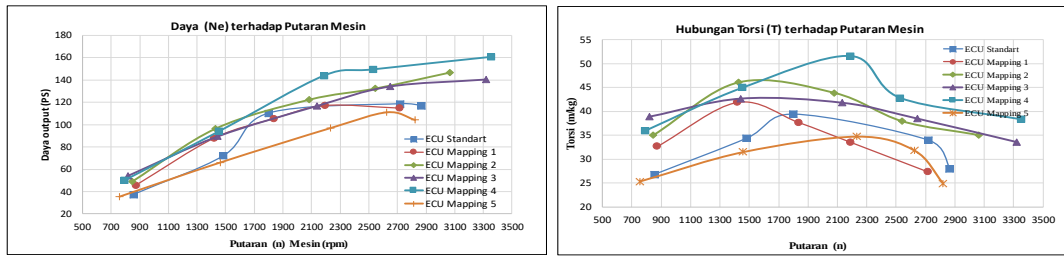
Variabel	Uji	ECU Standard		ECU Mapping 1		ECU Mapping 2		ECU Mapping 3		ECU Mapping 4		ECU Mapping 5	
		Idle (rpm)	Torsi pada Engine	Pe	Torsi pada Engine	Pe	Torsi pada Engine	Pe	Torsi pada Engine	Pe	Torsi pada Engine	Pe	Torsi pada Engine
Avenza	n	T (m/kg)	Kg/cm²	T (m/kg)	Kg/cm²	T (m/kg)	Kg/cm²	T (m/kg)	Kg/cm²	T (m/kg)	Kg/cm²	T (m/kg)	Kg/cm²
	1000	26.8	6.3	32.7	7.7	35.0	8.3	38.9	9.2	36.0	8.5	25.3	6.0
	1500	34.4	8.1	41.9	9.9	46.1	10.9	42.7	10.1	45.0	10.6	31.5	7.4
	2000	39.5	9.3	37.7	8.9	43.8	10.4	41.8	9.9	51.5	12.2	34.8	8.2
	2500	33.9	8.0	33.6	7.9	37.9	9.0	38.4	9.1	42.8	10.1	31.8	7.5
	3000	27.9	6.6	27.4	6.5	35.1	8.3	33.5	7.9	38.3	9.1	24.9	5.9
		38.4		40.9		46.8		46.1		50.5		35.0	
Rata2		7.7		8.2		9.4		9.2		10.1		7.0	

3.4 Uji Konsumsi Bahan Bakar

Tabel 3.2 Data hasil rerata pengujian pemakaian konsumsi bahan bakar (G_f)

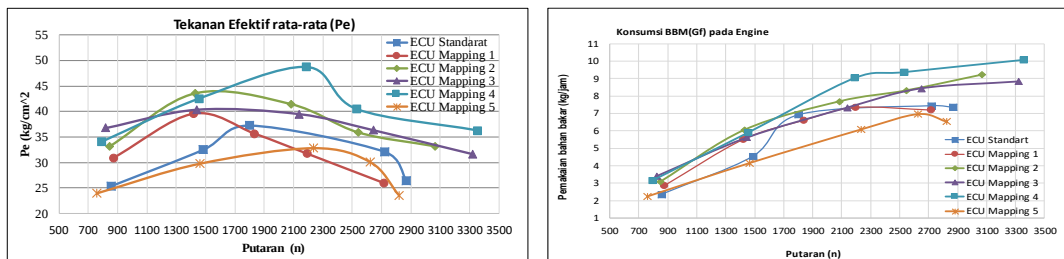
Uji	VARIABEL	ECU Standart				ECU Mapping 1				ECU Mapping 2				Uji	VARIABEL	ECU Mapping 3				ECU Mapping 4				ECU Mapping 5			
		Daya Output Engine	Effisiensi	Gf	Be	Daya Output Engine	Effisiensi	Gf	Be	Daya Output Engine	Effisiensi	Gf	Be			Daya Output Engine	Effisiensi	Gf	Be	Daya Output Engine	Effisiensi	Gf	Be	Daya Output Engine	Effisiensi	Gf	Be
		Idle (rpm)	n	Ne (Pp)	nth %	(kg/jam)	kg Pp/jam	Ne (Pp)	nth %	(kg/jam)	kg Pp/jam	Ne (Pp)	nth %			(kg/jam)	kg Pp/jam	Idle (rpm)	n	Ne (Pp)	nth %	(kg/jam)	kg Pp/jam	Ne (Pp)	nth %	(kg/jam)	kg Pp/jam
Avaranza	1000	37.4	95.10	2.3	0.063	45.7	95.10	2.9	0.063	48.9	95.10	3.1	0.063	54.3	95.10	3.4	0.063	50.2	95.10	3.2	0.063	35.4	95.10	2.2	0.063		
	1500	72.1	95.10	4.5	0.063	87.8	95.10	5.5	0.063	96.5	95.10	6.1	0.063	100	95.10	6.4	0.063	92.5	95.10	6.0	0.063	66.0	95.10	4.1	0.063		
	2000	110.2	95.10	6.9	0.063	105.3	95.10	6.6	0.063	122.4	95.10	7.7	0.063	116.7	95.10	7.3	0.063	143.9	95.10	9.0	0.063	97.0	95.10	6.1	0.063		
	2500	118.5	95.10	7.4	0.063	117.2	95.10	7.4	0.063	132.4	95.10	8.3	0.063	126.7	95.10	8.0	0.063	149.4	95.10	9.4	0.063	111.1	95.10	7.0	0.063		
	3000	116.9	95.10	7.3	0.063	114.8	95.10	7.2	0.063	146.9	95.10	9.2	0.063	140.5	95.10	8.8	0.063	160.6	95.10	10.1	0.063	104.2	95.10	6.5	0.063		
					28.6				29.6				34.4						37.6				26.0				
				5.7				5.9				6.9						6.7				7.5			5.2		
				5.7				5.9				6.9						6.7				7.5			5.2		

3.5 Analisa Daya dan Torsi Mesin terhadap Remapping Derajat pengapian



Gambar 3.2 Grafik daya dan Torsi mesin terhadap *remapping* derajat pengapian

3.6 Analisa Tekanan Efektif dan bahan bakar Spesifik terhadap *Remapping* Derajat Pengapian



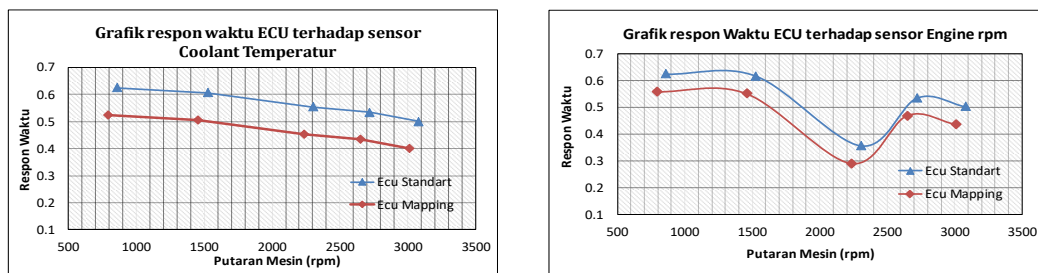
Gambar 3.3 Grafik tekanan rata-rata efektif dan bbm terhadap *remapping* o pengapian

3.7 Remapping ECU terhadap Kinerja Sensor Mesin EFI

Tabel 3.3 Hasil respon waktu data ECU terhadap parameter sensor-sensor.

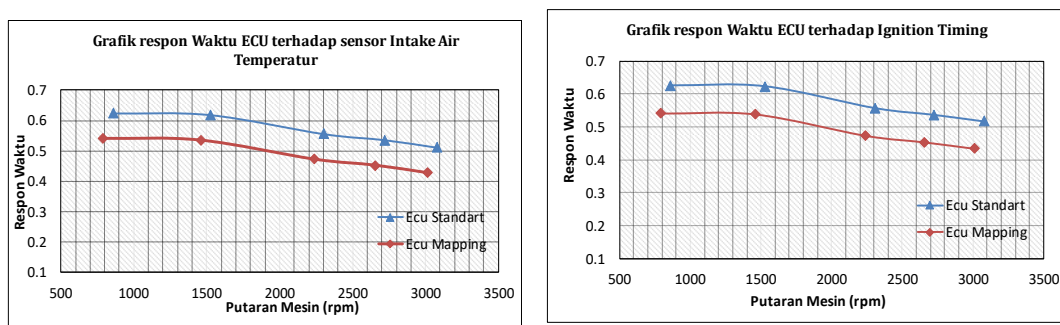
No	Idle Speed	Time	Coolant Temperature	Time	Engine RPM	Time	Intake Air Temperature	Time	Ignition Timing	Time	Absolute Throttle Position	Mapping
	rpm	det	°C	det	rpm	det	°C	det	°	det	%	
1	1000	0.6	37	0.6	858	0.6	26	0.6	11	0.6	34	ECU Standard
2	1500	0.6	48	0.6	1525	0.6	32	0.6	31	0.6	45	
3	2000	0.6	57	0.4	2303	0.6	41	0.6	37	0.6	52	
4	2500	0.5	73	0.5	2720	0.5	43	0.5	41	0.5	65	
5	3000	0.5	78	0.5	3080	0.5	46	0.5	43	0.5	77	
Σ		2.8		2.6		2.8		2.9		2.9		
Rata-rata		0.6		0.5		0.6		0.6		0.6		
No	Idle Speed	Time	Coolant Temperature	Time	Engine RPM	Time	Intake Air Temperature	Time	Ignition Timing	Time	Absolute Throttle Position	Mapping
	rpm	det	°C	det	rpm	det	°C	det	°	det	%	
1	1000	0.5	36	0.6	788	0.5	25	0.5	12	0.5	32	ECU Remapping
2	1500	0.5	47	0.6	1,456	0.5	31	0.5	32	0.5	43	
3	2000	0.5	56	0.3	2,234	0.5	40	0.5	38	0.4	50	
4	2500	0.4	72	0.5	2,651	0.5	42	0.5	42	0.4	63	
5	3000	0.4	77	0.4	3011	0.4	45	0.4	44	0.4	75	
Σ		2.3		2.3		2.4		2.4		2.2		
Rata-rata		0.5		0.5		0.5		0.5		0.4		

3.8 Analisa Sensor Coolant Temperatur terhadap *Remapping* ECU



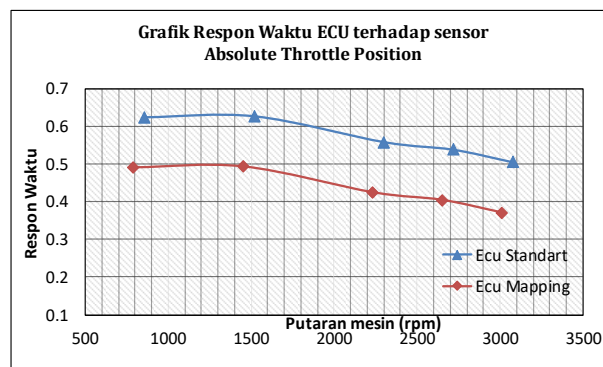
Gambar 3.4 Grafik rerata respons waktu akses ECU pada IAT dan RPM.

3.9 Analisa Sensor Intake Air Temperatur terhadap Remapping ECU



Gambar 3.5 Grafik rerata respons waktu akses ECU sensor IAT dan IG.

3.10 Analisa Sensor Throttlet Absolute terhadap Remapping ECU



Gambar 3.6 Grafik rerata respons waktu akses ECU sensor TPS

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari pengujian terhadap *Electronic Unit Control* (ECU) dengan variasi pada derajat pengapian dengan *remapping* pada database ECU pada mesin *Electronic Fuel Injection* (EFI) dapat diperoleh kesimpulan :

1. Pada remapping variasi 3 derajat pengapian maju menghasilkan Daya mesin dan torsi mesin stabil pada putaran rendah 1000 rpm terbaca oleh scanner 19.1° deggre ke putaran tinggi 3000 rpm 47.8° deggre, dengan remapping derajat pengapian maju 4° deggre sesuai dengan kondisi mesin pada saat pengujian.
2. *Remapping* pada derajat pengapian yang tepat dapat mengoptimalkan kinerjanya ECU pada kendaraan untuk meningkatkan performa mesin, dan menghemat pemakaian bahan bakar sampai 25 %.
3. Kendaraan yang menggunakan ECU pada mesin EFI dalam masa pemakaian 5 tahun, sebaiknya dilakukan *update* program pada *Electronic Control Unit* (ECU) melalui *remapping* pada *database* untuk meningkatkan performa mesin dan mengoptimalkan kinerja ECU terhadap parameter sensor-sensor dan actuator pada mesin.
4. *Electronic Unit Control* yang telah diprogram ulang (*remapping*) akan meningkatkan akses waktu sensor dalam mengirimkan sinyal data ke ECU seperti *Air Flow Meter Sensor*, *Manifold Absolute Pressure*, *Engine Speed Sensor*, *Engine Coolant Temperature*, *Throttle Position*.

5. SARAN

Dari pengujian yang telah dilakukan penulis dapat memberikan saran-saran dalam melakukan penelitian lebih lanjut sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian khusus untuk melihat pengaruh perubahan pada ECU yang diakibatkan dari pengguna kendaraan bermesin EFI.
2. Dalam melakukan pemrograman ECU melalui remapping, perlu keahlian khusus sehingga tidak merusak *software* maupun *hardware* pada kendaraan bermesin EFI.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W. 2002. *Penggerak Motor Bakar Torak*. Edisi 5, Penerbit Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Anonim. 1995. “New Step 1 Training Manual”. Buku manual servis Sensor dan Actuator Engine Toyota. PT. Toyota Astra Motor, Jakarta.
- Jeff Krummen, 2001, Manual Book “*ECU and Engine Calibration Performance Electronics 201*”, International Motorsports Industry Show, Ltd. www.pe-

ltd.com.http://www.sae.org/students/presentations/ecus_and_engine_calibration_201_by_jeff_krummen.pdf. 08 Juni 2016

Ballot. “SAE J1979”. 2006. OBD-II PIDs (On-board diagnostic Parameter IDs).http://read.pudn.com/downloads122/doc/comm/52049/sae_J1979_2006-08-25Ballot.pdf. 08 Juni 2016.

Jason Russell, 2015, Installation Instructions and Setup Guide VEMS, Manual book installation programmer VEMS.
<http://downloads.vems.com/documentation/VEMSV3installandsetup-manual.pdf.18>
Agustus 2016.

Sunyoto, , S.M. BondanRespati, 2008,. TeknikMesinIndustri, Jilid 2, DirektoratPembinaanSekolahMenengahKejuruan, Jakarta.

Desma A Patriawan, EndraPitowarno, 2013 Desain Electronic Control Unit PadaKendaraan Bantu Sel Surya ‘InstitutTeknologiSepuluhNopember, Surabaya.

FaizalFahmi, Muhamad NurYurianto : 2013 *PerancangandanUnjukKerja Engine Control Unit (ECU) iquitechpada motor Yamaha vixion.InsitutSepuluhNopember*.JurnalTeknik POMITS Vol 1 No. 1, 1-6

TulusBurhanuddinSitorus, 2009. “*TinjauanTeoritisPerformansiMesinBerteknologi VVT-i*”. Jurnal DinamisVol. 1,No.5.

Paridawati . 2014. “OptimasiEfisiensi Motor Bakar SistemInjeksiMenggunakanMetodeSimulasi ANN” . Prosiding SNATIF Ke-1, UniversitasDiponogoro, Semarang.

YanuarPrasojoKusumo, Harianto, Madha Christian Wibowo, 2015 ‘*RancangBangunSistem GDS Scanner UntukMengakses ECU Mobil DenganKomunikasi Serial OBD-2*’ *Jurnal of Control and Network Syestem*, Vol. 4 No 1, 69-82.

Moch. Solikin, , 2011,*Diagnosis SistemInjeksiElektronik.*, PenerbitPT.Skripta Media Creative, Yogyakarta.

NazaruddinSinaga, Sigit Joko Purnomo, 2013, Hubungan Antara Posisi Throttle, PutaranMesindanPosisi Gigi terhadapKonsumsiBahan Bakar. JurnalTeknikEnergi Vol 9 No. 1, 12-17.

Mustafa Bakeri, AkmadSyarief, Ach.Kusairi S, 2012 “Analisa Gas BuangMesinBerteknologi EFI DenganBahan Bakar Premium” Jurnal Info Teknik, Volume 13 No.1, 1-10.