

## Analisis Perubahan Output Sensor Terhadap Kerja Aktuator pada Sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*)

Toto Sugiarto<sup>1\*</sup>, Dwi Sudarno Putra<sup>1</sup>, Wawan Purwanto<sup>1</sup>, Wagino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\*Corresponding author, e-mail: totosugiarto@ft.unp.ac.id

**Abstrak**— Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan bagaimana sensor-sensor dalam sistem EFI bekerja pada putaran idle, putaran menengah dan putaran tinggi, dengan melihat nilai output sensor. Tujuan lainnya adalah untuk mengetahui kerja aktuator pada Sistem EFI pada putaran idle, menengah dan tinggi. Metode eksperimen digunakan pada penelitian ini. Mesin EFI yang digunakan adalah mesin tipe D EFI. Scan tool digunakan untuk mengukur output yang dihasilkan oleh sensor dan mengukur kerja aktuator sistem EFI. Dari pengujian ditemukan bahwa peningkatan putaran mesin akan menghasilkan peningkatan kerja aktuator pada Sistem EFI, yang terdiri dari waktu penginjeksian, waktu pengapian, tetapi untuk Idle Speed Control Valve (ISCV) dan Intake Camshaft Timing perubahan relatif stabil.

**Kata kunci:** sensor dan aktuator EFI, waktu penginjeksian, waktu pengapian, Idle Speed Control Valve, Intake Camshaft Timing

**Abstract**— This research is aim to describe how sensor-sensor in EFI system works at idle rpm, middle and high level rotation engine, by looking at the output sensor. Another aim is to knowing work of the actuator on EFI Systems at idle rpm, middle and high level rotation engine. Experiment method was used for this research. EFI engine with type D EFI which is using has been analyzed. Scan tool used to observe for measure the output produced by sensors and measure the work of EFI system actuators using Scan tool. From experiment found that increasing the spin machine will result in a increase of actuator work on EFI System, consisting of Injection Time and Ignition Timing Advance, but for Idle Speed Control Valve (ISCV) and Intake Camshaft Timing the changes are relatively stable.

**Keywords:** Sensor and Actator EFI System, Injection Time, Ignition Timing, Idle Speed Control Valve, Intake Camshaft Timing



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2018 by Author and Universitas Negeri Padang

### I. PENDAHULUAN

Sistem bahan bakar bensin injeksi dengan kontrol elektronik (*Electronic Fuel Injection; EFI*) menggunakan konsep pencampuran udara dan bahan bakar terjadi pada saluran masuk (*intake manifold*) dengan menggunakan sebuah injektor untuk menyemprotkan bahan bakarnya. Pola pengaliran saat penyemprotan bahan bakar ke dalam *intake manifold* diatur oleh sebuah *Electronic Control Unit* (ECU). ECU akan mendapatkan beberapa sensor untuk menyemprotkan bahan bakar dengan saat dan jumlah yang tepat sesuai dengan putaran mesin. Perbandingan jumlah bahan bakar dan udara yang sesuai akan menyebabkan terjadinya pembakaran yang sempurna untuk menghasilkan tenaga yang

optimal dan emisi gas buang yang ramah lingkungan [1].

Sebelum mesin berputar saat kunci kontak on, ECU menerima sinyal untuk pembacaan-pembacaan data seperti; temperatur air pendingin (WTS/ECT sensor), temperatur udara masuk (IAT sensor), tekanan atmosfer (MAP sensor) dan posisi katup gas (TP Sensor) untuk menentukan perbandingan campuran udara bensin yang pertama. Selama mesin berputar saat start, ECU mengirim pulsa ke injektor berdasarkan pulsa referensi rpm. Bila temperatur air pendingin yang lebih rendah, lebar pulsa lebih panjang dan terjadilah pengayaan perbandingan campuran udara-bensin. Jika temperatur air pendingin naik, lebar pulsa menjadi lebih pendek dan perbandingan campuran udara-bensin menjadi lebih kurus [1].

Pada saat kondisi mesin dingin (suhu rendah) terutama di pagi hari, ruang bakar membutuhkan pengkondisian sedemikian rupa sehingga panas mesin ideal segera tercapai [2]. Sensor temperatur air pendingin mesin menjadi salahsatu sensor yang informasinya dijadikan acuan sebagai penentu pengkondisian tersebut. Hal yang terjadi pada pengkondisian ini adalah memperbanyak penginjeksian bahan bakar ke ruang bakar [3].

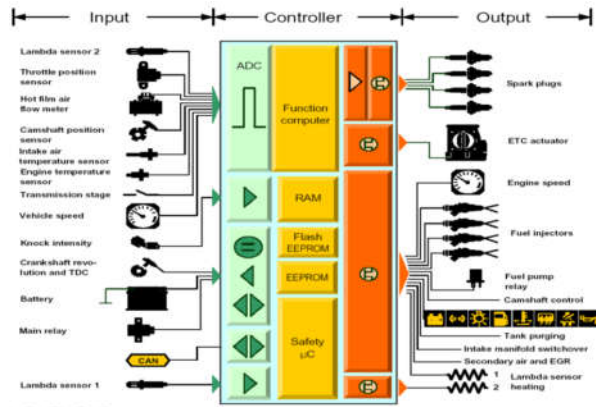
Penelitian kali ini akan mengungkapkan hubungan perubahan temperatur air pendingin mesin dengan lama waktu penyemprotan bahan bakar dan kandungan emisi gas buang yang dihasilkan oleh motor bensin

Dalam jurnal ini penulis akan mendeskripsikan kerja dari sensor-sensor dengan melihat besarnya output atau keluaran yang dihasilkan oleh tiap sensor yang terpasang pada motor bensin sistem EFI type D, pada putaran idle, rendah, menengah dan tinggi. Selain itu juga penulis bermaksud untuk mengetahui kerja dari aktuator-aktuator pada sistem EFI akibat dari perubahan output sensor yang masuk ke dalam ECU (*Electronic Control Unit*) pada saat putaran idle, rendah, menengah, dan tinggi, yang akan digunakan dalam kajian cara kerja sistem EFI secara lebih mendalam.

II. STUDI PUSTAKA

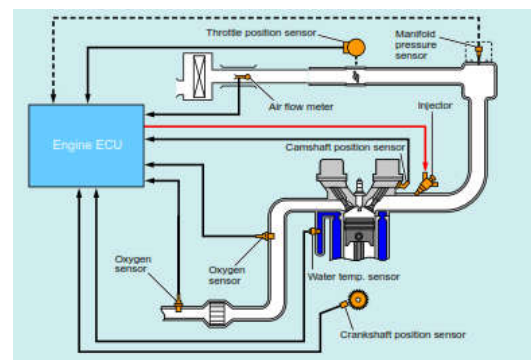
Pada motor bensin, sistem pengaturan bahan bakar pada kendaraan bermotor telah mengalami peningkatan secara signifikan. Pengaturan tersebut bertujuan untuk mendapatkan pola penyemprotan bahan bakar agar dapat bercampur dengan udara secara homogen. Campuran yang homogen pada ruang bakar dapat menyebabkan proses pembakaran yang lebih sempurna sehingga menghasilkan emisi gas buang lebih sedikit [3].

Sistem EFI menggunakan konsep pencampuran udara dan bahan bakar terjadi pada saluran masuk (*intake manifold*) dengan menggunakan sebuah injektor (*Injector*) untuk menyemprotkan bahan bakarnya. Pola pengarruan saat penyemprotan bahan bakar ke dalam intake manifold diatur oleh sebuah *Electronic Control Unit* (ECU). ECU akan mendapatkan masukan beberapa sensor untuk meyemprotkan bahan bakar dengan saat dan jumlah yang tepat sesuai dengan putaran mesin. Perbandingan jumlah bahan bakar dan udara yang sesuai akan menyebabkan terjadinya pembakaran yang sempurna untuk menghasilkan tenaga yang optimal dan emisi gas buang yang ramah lingkungan. Hampir seluruh kendaraan terbaru telah menggunakan sistem EFI [4].



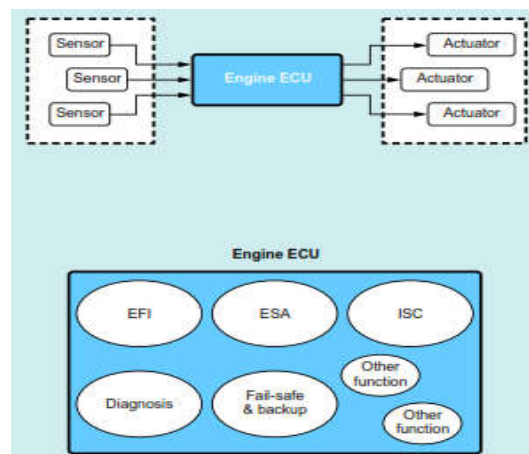
Gambar 1. Skema cara kerja sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*)

Sistem EFI menggunakan beragam sensor untuk mendeteksi kondisi kerja mesin dan kendaraan. Dan ECU menghitung volume injeksi bahan bakar, saat pengapian, kerja pompa bahan bakar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2 [5].



Gambar 2. Diagram kerja sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*)

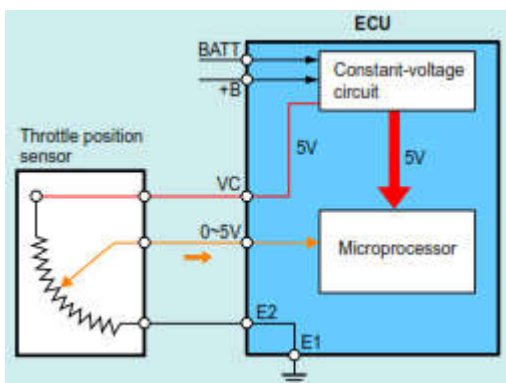
Sistem kontrol elektronik mesin terdiri dari tiga grup, termasuk sensor-sensor (dan sinyal output sensor), ECU mesin, dan aktuator. Seperti pada gambar 3 [5] [6].



Gambar 3. Hubungan kerja sensor – ECU dan Aktuator

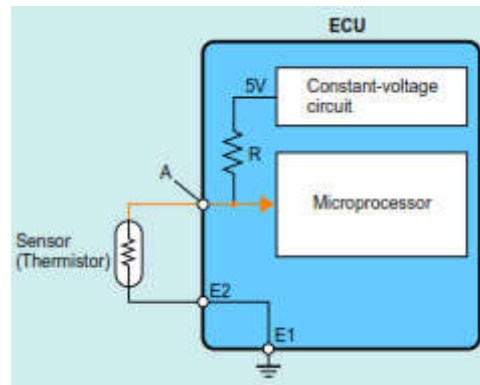
Dalam bekerja sensor-sensor yang terpasang pada sistem EFI mengkonversikan berbagai informasi menjadi perubahan tegangan yang dapat dideteksi oleh ECU (*Electronic Control Unit*). Ada banyak type sinyal sensor, tetapi ada lima type metode utama untuk mengkonversikan informasi menjadi tegangan. Dengan memahami karakteristik type-type ini, kita dapat menentukan selama pengukuran apakah tegangan terminal bekerja atau tidak.

1. Menggunakan tegangan VC (VTA dan PIM)  
Tegangan konstan 5 V (tegangan 5 V) untuk mengoperasikan mikroprosesor diciptakan di dalam ECU oleh tegangan baterai. Tegangan konstan ini, yang disuplai sebagai sumber daya sensor adalah tegangan terminal VC. Pada sensor tipe ini, tegangan (5 V) diberikan diantara terminal-terminal VC dan E2 dari rangkaian tegangan konstan pada ECU seperti terlihat pada gambar 4. Sensor type ini bekerja menggantikan bukaan katup throttle yang dideteksi atau tegangan intake manifold untuk perubahan tegangan antara 0 dan 5 V. [7]



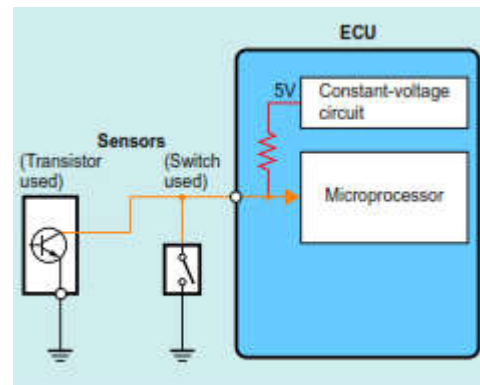
Gambar 4. Type sensor menggunakan tegangan VC

2. Menggunakan termistor (THW dan THA)  
Nilai resistensi termistor berubah sesuai dengan perubahan suhu, termistor digunakan pada sensor suhu air dan sensor temperatur udara masuk. Sebagaimana tampak pada gambar 5, tegangan disuplai ke termistor sensor dari rangkaian tegangan konstan (5 V) ECU melalui resistor R. Tahanan termistor digunakan oleh ECU untuk mendeteksi suhu dengan menggunakan perubahan tegangan pada titik A. Ketika termistor atau rangkaian putus, tegangan pada titik A menjadi 5 V, dan ketika terjadi arus pendek dari titik A ke sensor, tegangan menjadi 0 V. Dan ECU akan mendeteksi kerusakan dengan menggunakan fungsi diagnosis [8].



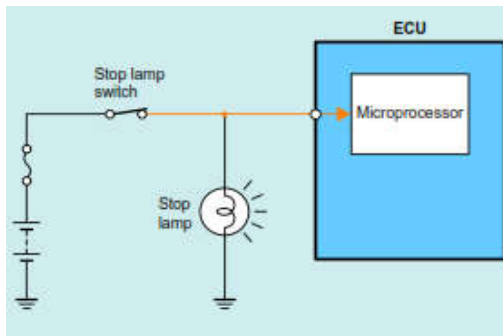
Gambar 5. Type sensor menggunakan termistor

3. Menggunakan tegangan ON/OFF  
Sensor yang menggunakan switch (IDL, NSW), saat tegangan di set ON dan OFF, sensor akan mendeteksi kondisi switch ON/OFF. Tegangan 5 V diberikan ke switch oleh ECU, tegangan terminal ECU adalah 5 V saat switch OFF, dan 0 V saat switch ON. ECU menggunakan perubahan pada tegangan ini untuk mendeteksi kondisi sensor. Sensor yang menggunakan transistor (IGF, SPD), sensor ini menggunakan switch transistor. Perubahan ON dan OFF tegangan digunakan untuk mendeteksi kondisi kerja sensor. Seperti pada gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Type sensor menggunakan tegangan ON/OFF

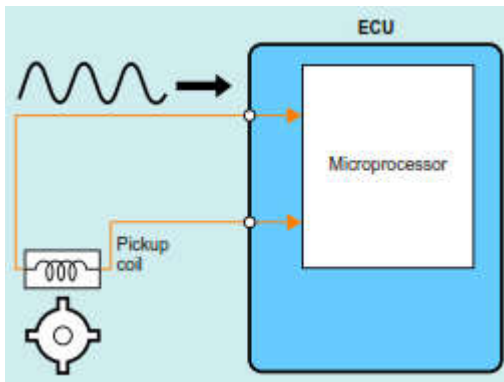
4. Menggunakan suplai power selain dari ECU (STA dan STP)  
ECU menentukan apakah sebuah alat bekerja dengan mendeteksi tegangan yang diberikan saat peralatan listrik yang lain sedang bekerja. Gambar 7 menunjukkan rangkaian lampu ren, dan ketika switch pada posisi ON, tegangan baterai 12 V diberikan ke terminal ECU.



Gambar 7. Type sensor menggunakan suplai power selain dari ECU

5. Type sensor menghasilkan tegangan (G, NE, OX dan KNK)

Sensor type ini menghasilkan output tegangan sendiri, sehingga tidak perlu diberikan tegangan ke sensor. ECU menentukan kondisi kerja dengan tegangan dan frekuensi daya dihasilkan oleh sensor.



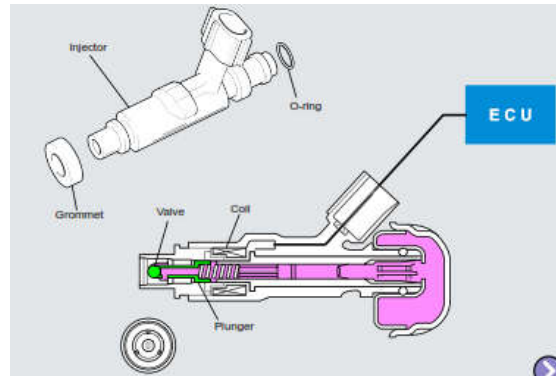
Gambar 8. Type sensor menghasilkan tegangan

Aktuator pada sistem EFI terdiri atas beberapa sistem, yaitu : Sistem kontrol bahan bakar (pompa bahan bakar dan injektor), Sistem pengapian (koil pengapian dengan igniter), Sistem pengontrol katup elektronik (Oil control valve, VVT-i), Sistem kontrol putaran idle (Idle speed control valve/ISCV), dan lain-lain. Kerja dari aktuator-aktuator tersebut dipengaruhi oleh kerja kerja dari masing-masing sensor pada sistem EFI.

1. Injektor (*Injection Time*)

Injektor bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetis, yang biasanya dikendalikan oleh ECU melalui rangkaian massa. Injektor menginjeksi bahan bakar ke dalam silinder port intake sesuai dengan sinyal dari ECU mesin. Sinyal dari ECU mesin menyebabkan arus mengalir dalam kumparan solenoid, yang menyebabkan plunger ditarik, dan membuka katup untuk menginjeksikan bahan bakar. Karena ketika plunger tidak berubah, jumlah injeksi bahan bakar dikontrol pada saat arus

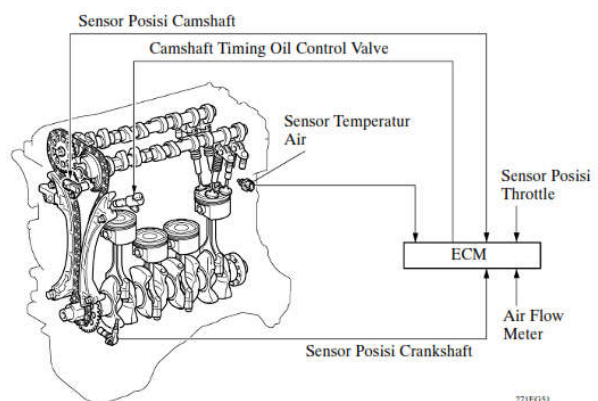
dialirkan ke solenoid. Cara kerja injektor, bila kumparan injektor dialiri arus listrik maka akan timbul garis gaya magnet yang dapat mengangkat katup jarum injektor setinggi 0,1 mm dari dudukannya [9].



Gambar 9. Bagian dan cara kerja injektor

2. Sistem Pengapian (*Ignition Timing Advance*)

Berdasarkan masukan dari sensor putaran mesin (sensor posisi poros engkol) serta informasi dari sensor posisi katup gas serta berbagai masukan lainnya, maka ECU akan mengatur sudut dwell dan saat pengapian yang sesuai dari berbagai keadaan operasional mesin. Timing pengapian ditentukan oleh ECM berdasarkan sinyal dari berbagai sensor. ECM membetulkan timing pengapian sebagai respon terhadap knocking mesin. Sistem ini memilih timing pengapian yang optimal sesuai dengan sinyal yang diterima dari sensor dan mengirim sinyal pengapian (IGT) ke igniter. [5]



Gambar 10. Sistem pengontrol katup elektronik (Oil control valve/OCV)

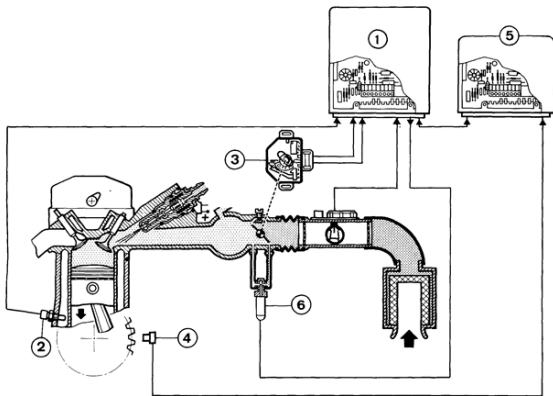
3. Sistem pengontrol katup elektronik (Oil control valve/OCV)

Sistem pengontrol katup elektronik didesain untuk mengontrol intake camshaft dalam range 45° (dari sudut crankshaft) untuk menyediakan timing valve

yang optimal sesuai dengan kondisi mesin. Hal ini meningkatkan momen dalam semua tingkat kecepatan di samping untuk menyempurnakan peningkatan efisiensi bahan bakar, dan mengurangi emisi gas buang [10]

4. Sistem pengatur putaran idle (Idle Speed Control Valve/ISCV)

Sistem pengatur putaran idel yang bekerja secara otomatis berdasarkan regulasi dari ECU, Komponen ini tetap ditempatkan pada saluran masuk dekat katup gas, yang membuat saluran bypass sebelum dan sesudah katup gas.



Gambar 10. Cara kerja idle speed control valve (ISCV)

Pengatur putaran idel otomatis ini berupa motor listrik bekerja diatur oleh ECU yang berfungsi untuk menyuplai udara ke silinder motor saat putaran idel, dengan demikian putaran idel akan selalu disesuaikan setiap saat serta lebih stabil. ECU akan mengatur pembukaan saluran bypass bervariasi sebesar 18 - 82%. Pada waktu motor putaran idel temperatur kerja tanpa adanya beban tambahan seperti AC dan lain-lain, maka saluran bypass akan membuka sebesar 25% (minimum), sedangkan saat beban idel lebih besar, seperti pada saat motor belum mencapai suhu kerja atau AC dihidupkan, maka saluran akan membuka maksimum [9].

III. METODE

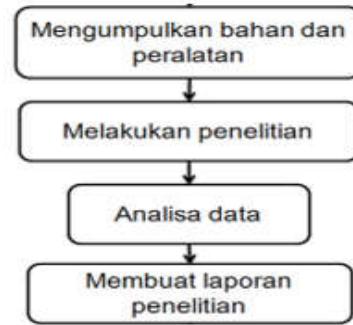
A. Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian eksperimen, di mana peneliti menguji langsung pada obyek penelitian dan peralatan yang digunakan untuk mendapatkan data penelitian (Gambar 11)

B. Alat dan Bahan Penelitian

Pengambilan data output dari sensor dan kerja aktuator pada sistem sistem EFI dilakukan dengan menggunakan scan tools. Mesin yang digunakan sebagai obyek penelitian adalah mesin Toyota

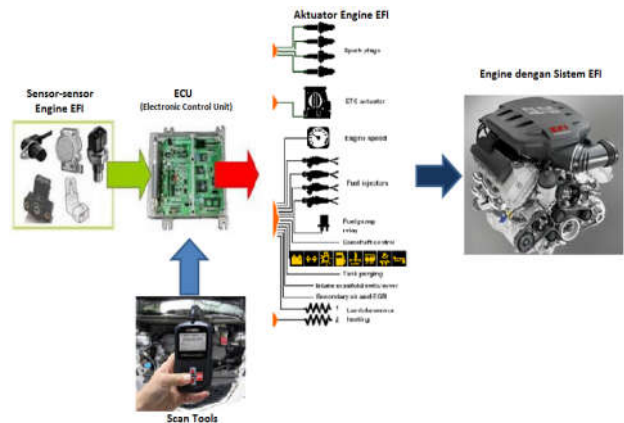
Avanza. Pengambilan data dilakukan dengan skema pengambilan data seperti pada gambar 12.



Gambar 11. Desain Penelitian

C. Teknik Analisa Data

Teknik analisis perubahan output sensor dan kerja aktuator pada sistem EFI dilakukan dengan analisis deskriptif pada hasil pengujian dengan memperhatikan kerja dari tiap-tiap sensor dengan melihat perubahan kerja aktuator pada sistem sistem EFI dengan variasi putaran mesin.



Gambar 12. Skema pengambilan data penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

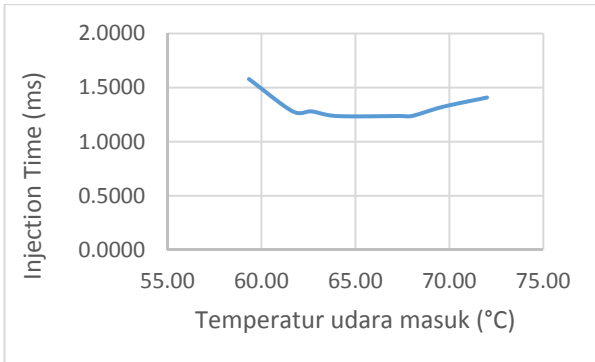
A. Hasil

1. Data Pengukuran Kinerja Sensor  
Data hasil pengukuran output sensor-sensor pada engine dengan sistem EFI diukur dengan menggunakan scantool, kemudian ditabulasi ke dalam tabel 1.
2. Data Pengukuran Kinerja Aktuator  
Data hasil pengukuran kerja aktuator pada engine dengan sistem EFI diukur dengan menggunakan scantool, kemudian ditabulasi ke dalam tabel 2.

## B. Pembahasan

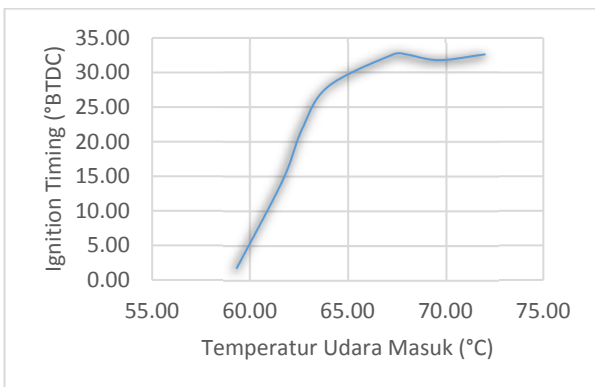
### 1. Sensor Temperatur Udara Masuk (Intake Air Temperature Sensor / IATS)

Data dari tabel 1 dan tabel 2 kemudian dibuat grafik hubungan antara perubahan temperatur udara masuk dengan lama waktu penginjeksian bahan bakar, sehingga diperoleh grafik seperti gambar 13. Dari grafik tersebut terlihat adanya hubungan antara Kondisi temperature udara masuk dengan lama waktu penginjeksian bahan bakar (Injection time).



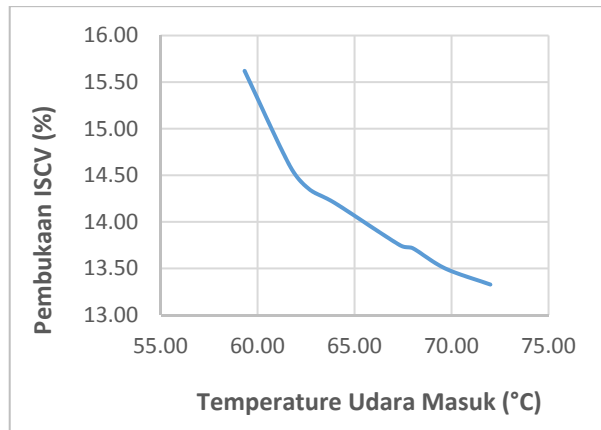
Gambar 13. Grafik perubahan temperatur udara masuk terhadap waktu penginjeksian bahan bakar (*injection time*)

Selain berhubungan dengan waktu penginjeksian, perubahan temperatur udara masuk juga berhubungan dengan pemajuan saat pengapian ketika busi menghasilkan percikan bunga api. Hal ini seperti terlihat pada grafik gambar 14.



Gambar 14. Grafik perubahan temperatur udara masuk terhadap pemajuan saat pengapian (Ignition timing advance)

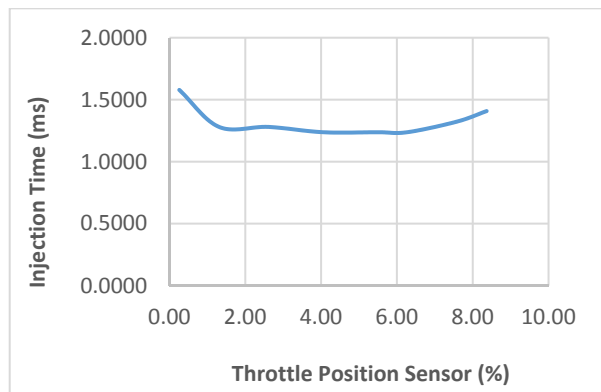
Selanjutnya kondisi temperatur udara masuk juga berhubungan dengan dengan pembukaan katup ISCV untuk mengatur putaran idle mesin. Didapatkan grafik seperti pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik perubahan temperatur udara masuk Terhadap pembukaan ISCV (Idle Speed Control Valve)

### 2. Sensor Posisi Katup Gas (*Throttle Position Sensor / TPS*)

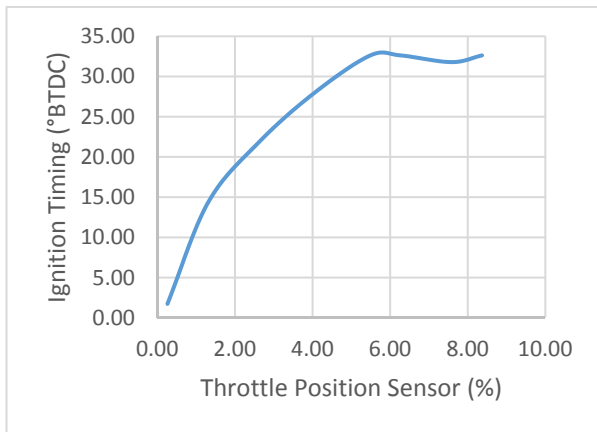
Data dari tabel 1 dan tabel 2 kemudian dibuat grafik hubungan antara perubahan sensor posisi katup gas dengan lama waktu penginjeksian bahan bakar, sehingga diperoleh grafik seperti gambar 16.



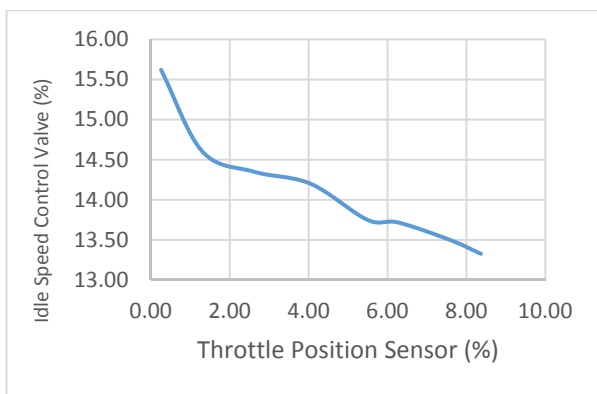
Gambar 16. Grafik perubahan pembukaan katup gas Terhadap lama waktu penginjeksian Bahan bakar (*injection time*)

Data dari tabel 1 dan tabel 2, selain berhubungan dengan waktu penginjeksian, p perubahan sensor posisi katup gas juga berhubungan dengan pemajuan saat pengapian ketika busi menghasilkan percikan bunga api seperti terlihat pada grafik gambar 17.

Sedangkan grafik hubungan antara perubahan sensor posisi katup gas dengan pembukaan katup ISCV untuk mengatur putaran idle mesin dapat dilihat dari grafik gambar 18.



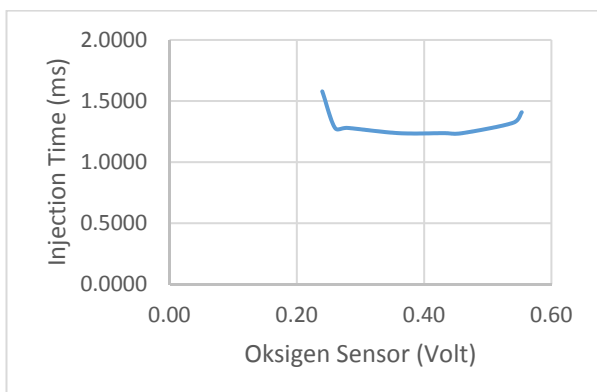
Gambar 17. Grafik perubahan pembukaan katup gas terhadap pemajuan saat pengapian



Gambar 18. Grafik perubahan pembukaan katup gas terhadap pembukaan katup ISC

### 3. Oksigen Sensor (O2 Sensor)

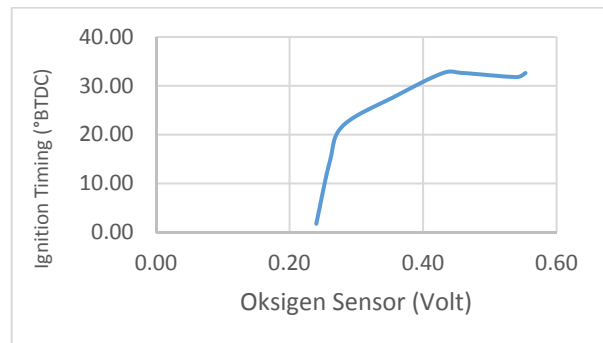
Data dari tabel 1 dan tabel 2 kemudian dibuat grafik hubungan antara perubahan tegangan output oksigen sensor dengan lama waktu penginjeksian bahan bakar, sehingga diperoleh grafik seperti gambar 19.



Gambar 19. Grafik perubahan tegangan oksigen sensor terhadap lama waktu penginjeksian bahan bakar (*injection time*)

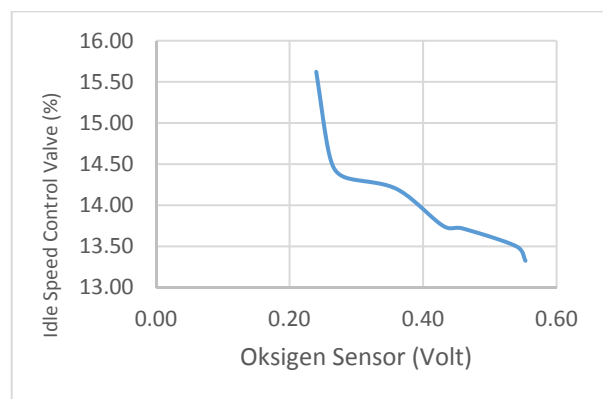
Data dari tabel 1 dan tabel 2 kemudian dibuat grafik hubungan antara perubahan perubahan

tegangan output oksigen sensor dengan pemajuan saat pengapian ketika busi menghasilkan percikan bunga api, sehingga diperoleh grafik seperti gambar 20.



Gambar 20. Grafik perubahan tegangan oksigen sensor terhadap pemajuan saat pengapian

Data dari tabel 1 dan tabel 2 kemudian dibuat grafik hubungan antara perubahan perubahan tegangan output oksigen sensor dengan pembukaan katup ISC untuk mengatur putaran idle mesin, sehingga diperoleh grafik seperti gambar 21.



Gambar 21. Grafik perubahan tegangan oksigen sensor terhadap pembukaan katup ISC

## V. KESIMPULAN

Sensor-sensor yang terpasang pada sistem EFI akan mendeteksi perubahan masukan ke dalam engine, perubahan keluaran atau output yang dihasilkan oleh sensor-sensor akan disalurkan ke ECU, selanjutnya masukan-masukan tersebut dikalkulasi oleh ECU untuk mengatur kerja dari aktuator. Aktuator-aktuator yang ada pada sistem EFI akan bekerja berdasarkan regulasi dari ECU, untuk menghasilkan kinerja mesin yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi kerja mesin.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Junisra, Sistem bahan bakar EFI, Jakarta: TTA, 2009.

- [2] T. Sugiarto, D. S. Putra dan W. Purwanto, "Analysis on the role of engine coolant temperature sensor in gasoline engine," VANOS Jurnal of Mechanical Engineering Education, vol. 2, no. 2, pp. 145-151, 2017.
- [3] T. Sugiarto, D. S. Putra dan W. Purwanto, "Effect of engine temperature changes on injection time of fuel and gas emission of gasoline engine," dalam International Conference on Technical and Vocational Education and Training, Padang, 2017.
- [4] R. Rasyidah dan T. Sugiarto, "Analisa Kerja Manifold Absolute Pressure (Map) dan Kadar Kandungan Emisi Gas Buang yang Dihasilkan pada Motor Bensin dengan Sistem Injeksi Elektronik Type D-EFI," Jurnal Elektron, vol. 5, no. 2, pp. 69-74, 2013.
- [5] T. Tim, Training Engine Step 1, Jakarta: PT. Toyota Astra Motor, 2010.
- [6] Daihatsu, Engine Step 1 Training, Jakarta: PT. Daihatsu Astra Motor, 2010.
- [7] W. Purwanto, T. Sugiarto dan D. Fernandez, "Analisa kerja Manifold Absolute Pressure (MAP) pada D-EFI dan Mass Air Flow Sensor (MAFS) pada L EFI serta emisi yang dihasilkan oleh kedua sistem EFI tersebut," Fakultas Teknik UNP, Padang, 2012.
- [8] D. S. Putra, T. Sugiarto dan W. Purwanto, "Analisa Re-karakterisasi Sensor Engine Coolant Temperature (ECT)," JIT Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, vol. 1, no. 2, pp. 40-46, 2017.
- [9] TTA, Dasar-Dasar Sistem EFI, Jakarta: PT. TTA International, 2010.
- [10] Toyota, Service Manual Toyota Kijang Innova, Jakarta: PT. Toyota Astra Motor, 2008.

### ***BiodataPenulis***

**Toto Sugiarto**, merupakan staf pengajar di Jurusan Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang dengan ketertarikan riset di bidang Teknik Otomotif dan Pendidikan Vokasional. Menyelesaikan Pendidikan S1 di Universitas Negeri Padang dan Pendidikan S2 di Universitas Andalas.

**Dwi Sudarno Putra**, menyelesaikan Pendidikan S1 di Universitas Gadjah Mada dan S2 di Universitas Indonesia. Saat ini aktif sebagai pengajar di Jurusan Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang. Memiliki ketertarikan riset di bidang elektronika otomotif.

**Wawan Purwanto**, merupakan salahsatu staf pengajar di Jurusan Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang. Menyelesaikan gelar S1 dari Universitas Negeri Padang kemudian mengambil S2 di Universitas Pancasila dan mendapatkan gelar doktoral dari National Kaohsiung First University of Science and Technology Taiwan. Memiliki ketertarikan riset di bidang Teknik Otomotif dan Motor Listrik.

**Wagino**, merupakan salahsatu staf pengajar di Jurusan Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang. Menyelesaikan gelar S1 dan S2 dari Universitas Negeri Padang. Memiliki ketertarikan riset di bidang Teknik Otomotif dan Pendidikan vokasional.



Tabel 1. Hasil pengukuran output sensor-sensor pada engine sistem EFI

No	Putaran Engine	Sensor				
		Engine Coolant Temperatur (ECT)	Manifold Absolute Pressure (MAP)	Intake Air Temperature (IAT)	Throttle Position Sensor (TPS)	Oksigen Sensor (O2 S)
	(Rpm)	(°C)	(kPa)	(°C)	(%)	(Volt)
1	752	92.00	29.67	59.33	0.26	0.24
2	1033	93.67	26.67	61.67	1.31	0.26
3	1501	96.33	25.67	62.67	2.62	0.28
4	2017	95.33	26.00	64.00	4.05	0.36
5	2548	95.67	25.67	67.33	5.49	0.43
6	3039	96.67	27.33	68.00	6.27	0.46
7	3522	97.00	27.67	69.67	7.58	0.54
8	4028	97.33	25.00	72.00	8.37	0.55

Tabel 2. Hasil pengukuran kerja aktuator pada engine sistem EFI

No	Putaran Engine	Aktuator			
		Injection Time	Ignition Timing (Spark Advance)	Idle Speed Control Valve (ISCV)	Intake Camshaft Timing
	(Rpm)	(ms)	(° BTDC)	(%)	(° CA)
1	752	1.5787	1.74	15.62	0.03
2	1033	1.2800	14.36	14.60	0.10
3	1501	1.2800	21.83	14.35	0.08
4	2017	1.2373	27.97	14.20	0.07
5	2548	1.2373	32.62	13.75	0.00
6	3039	1.2373	32.62	13.72	0.04
7	3522	1.3227	31.79	13.50	0.00
8	4028	1.4080	32.62	13.33	0.00

