

# MONITORING *ENGINE CONTROL UNIT (ECU)* PADA MESIN TOYOTA AVANZA 1300 CC MENGGUNAKAN *PERSONAL COMPUTER*

M. Erik Echsony  
Jurusan Teknik  
Politeknik Negeri Madiun, PNM  
Madiun, Indonesia  
Email : erik\_sony@pnm.ac.id

Kholis Nurfaizin  
Jurusan Teknik  
Politeknik Negeri Madiun, PNM  
Madiun, Indonesia  
Email : faizin@pnm.ac.id

**Abstrak**— Seiring dengan berkembangnya teknologi dalam berbagai bidang, kini banyak pabrikan mobil yang menerapkan sistem kontrol elektronik *embedded* pada mesin mobil yang diproduksinya. Pengendalian sistem dilakukan oleh *Engine Control Unit (ECU)*, yaitu berupa *chip* yang terdiri atas *mikrokontroller* dan *memory* yang dipasang *on board* pada mobil. Sensor-sensor yang ada pada motor bakar dikirim ke ECU untuk pengendalian terhadap aktuator. Alat monitoring ECU pada motor bakar Toyota Avanza 1300 cc merupakan alat yang digunakan untuk mempermudah dalam memonitoring sistem ECU. Data sinyal yang dikeluarkan oleh sensor-sensor akan dikirim ke ECU, data dari sensor akan diproses untuk menentukan berapa banyak bahan bakar yang disempot oleh injektor dan berapa besar derajat pengapian yang dilakukan oleh koil. Sinyal data dari sensor memiliki nilai keluaran berupa tegangan, dan frekuensi. Sedangkan sinyal data dari aktuator memiliki nilai keluaran berupa frekuensi. Data sinyal dari sensor ECT, IAT, dan MAP nilai keluarannya berupa tegangan diproses dalam Arduino Mega menggunakan *library* ADC. Sensor CKP dan CMP, nilai keluarannya berupa frekuensi diproses dalam IC LM2917 selanjutnya data keluaran dari IC tersebut akan diproses dalam Arduino Mega. Hasil dari pemrosesan data sinyal sensor dan aktuator akan diproses pada Arduino Mega menggunakan modul wifi ESP8266 akan dikirim ke *software monitoring* ECU pada *personal computer*. Pengiriman data ke *software monitoring* ECU menggunakan komunikasi *User Datagram Protocol (UDP)*.

**Kata kunci**— *ECU, Arduino, LM2917, Monitoring, UDP.*

## I. PENDAHULUAN

Motor pembakaran dalam, atau motor bakar torak, merupakan pesawat kalori yang mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi mekanis [1]. Melalui pembakaran, energi kimia dari bahan bakar yang bercampur dengan udara akan menjadi energi termal, sehingga *temperature* dan tekanan gas pembakaran di dalam silinder meningkat untuk menghasilkan gerak rotasi poros engkol sebagai keluaran mekanis motor. Injeksi bahan bakar elektronik (*Electronic Fuel Injection, EFI*) adalah suatu sistem yang menginjeksikan bahan bakar secara elektronik ke dalam motor berdasarkan *variable* operasi motor yang diindera melalui berbagai sensor [1]. Pengendalian sistem dilakukan oleh *Engine Control Unit (ECU)*, yaitu berupa *chip* yang terdiri atas *mikrokontroller* dan *memory* yang dipasang *on board* pada mobil. Sensor-sensor yang ada pada motor bakar dikirim ke ECU untuk pengendalian terhadap aktuator.

Alat monitoring ECU berguna dalam memantau kondisi sensor dan aktuator pada mesin. Secara umum, *On Board Diagnostic (OBD) Scanner* merupakan alat yang digunakan

untuk memantau kondisi sensor dan aktuator pada motor bakar sistem injeksi. Penelitian terkait yang membahas tentang monitoring ECU memiliki kekurangan, diantaranya penelitian tentang Rancang Bangun Pembaca *Display Data On Board Diagnostic (Obd)* Mesin Mobil Berbasis Arduino [2]. Dalam penelitian tersebut tidak tersedianya kemampuan untuk menyimpan data yang di monitoring. Sedangkan kekurangan dalam penelitian Rancang Bangun Sistem *General Diagnostic Scanner* Untuk Mengakses Ecu Mobil Dengan Komunikasi Serial Obd-2 adalah tidak bisa menampilkan data secara *real* sesuai dengan sinyal sensor dan aktuator [3].

Maka, dibuatlah Rancang Bangun Alat Monitoring *Engine Control Unit (ECU)* pada Mesin Toyota Avanza 1300 cc. Yang berguna untuk memantau kondisi sensor dan aktuator pada motor bakar sistem EFI, sesuai dengan sinyal sensor dan sinyal aktuator yang dikirimkan ke ECU. Motor bakar yang digunakan dalam alat monitoring ECU adalah motor bakar dari Toyota Avanza 1300 cc. Pada kondisi *idle* parameter yang digunakan adalah bahan bakar, pengapian, dan udara. Kondisi motor bakar *idle*, sensor yang digunakan adalah *Crank Shaft Position (CKP)*, *Intake Air Temperature (IAT)*, *Engine Coolant Temperature (ECT)*, *Manifold Absolute Pressure (MAP)*, dan *Camshaft Position Sensor (CMP)*. Aktuator yang digunakan adalah koil dan injektor, yang masing-masing terdiri dari empat unit sesuai dengan jumlah silinder pada motor bakar Toyota Avanza 1300 cc. Sinyal dari sensor dan aktuator diproses mikrokontroller Arduino Mega diolah menggunakan *library Analog Digital Converter (ADC)* untuk ditampilkan secara real pada *Software Monitoring*.

## II. METODOLOGI

Pada penelitian ini akan dilakukan beberapa proses secara bertahap dan berurutan agar tercapai tujuan dalam penelitian ini. Tahap pertama adalah melakukan kajian pustaka yang terkait dengan penelitian yang dilakukan. Studi literatur yang dilakukan berhubungan dengan pemrograman menggunakan *software* Arduino di mana materi-materi tersebut ditemukan pada jurnal ilmiah, *proceeding*, sumber, seperti: buku, artikel, internet, dan laporan tugas akhir dari tugas akhir terdahulu. Langkah selanjutnya adalah melakukan perancangan kontroler untuk melakukan uji coba terhadap *hardware* yang telah dibuat apakah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Langkah terakhir dari penelitian ini adalah menarik kesimpulan dari yang sudah dikerjakan, jika hasil pengujian menunjukkan bahwa

tujuan penelitian telah tercapai, maka penelitian berhasil menyelesaikan permasalahan dan memenuhi tujuan dari penelitian.

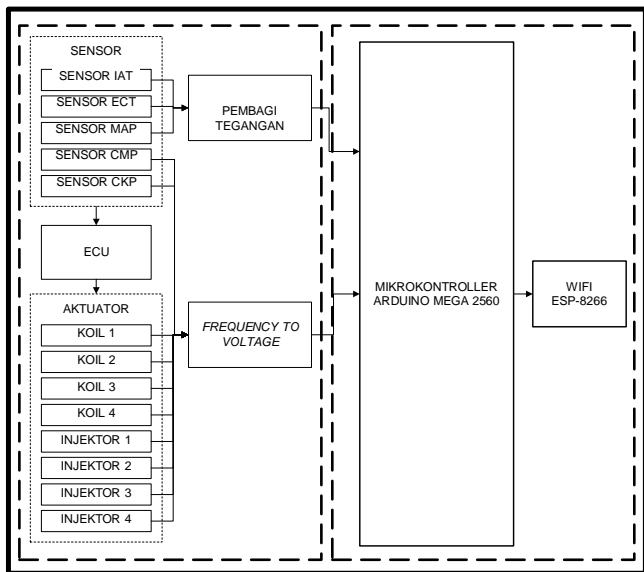
**A. Spesifikasi Alat**

Spesifikasi alat yang digunakan dalam pembuatan —Rancang Bangun Alat Monitoring *Engine Control Unit* (ECU) pada Mesin Toyota Avanza 1300 cc adalah berikut ini:

1. Menggunakan Mesin Toyota Avanza 1300 cc sebagai alat yang akan diproses data sensor dan aktuator.
2. Menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengolah data.
3. Menggunakan LM2917 sebagai pengubah sinyal frekuensi menjadi tegangan.
4. Menggunakan modul wifi ESP8266 sebagai media komunikasi serial antara Arduino Mega 2560 dengan *personal computer*.

**B. Perencanaan Sistem**

Pada dasarnya perencanaan sistem dalam pembuatan alat pada penelitian yang berjudul Rancang Bangun Alat Monitoring *Engine Control Unit* (ECU) pada Mesin Toyota Avanza 1300 cc, dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu perencanaan sistem pengubah sinyal analog dari sensor dan aktuator, dan perencanaan sistem pengiriman data, seperti yang terlihat pada Gambar 1. Blok diagram sistem.



**Gambar 1.** Blok diagram sistem.

Dari ilustrasi sistem dan gambar diagram blok diatas maka dapat diketahui bahwa terdapat dua blok utama yaitu:

1. Blok pengubah sinyal analog dari sensor dan aktuator: Pada blok ini terdapat sensor dan aktuator yang akan dimonitoring dengan rangkaian pembagi tegangan dan rangkaian *frequency to voltage*. Komponen pendukung dalam blok ini antara lain:
  - Pembuatan rangkaian pembagi tegangan.
  - Pembuatan rangkaian pengubah sinyal frekuensi menjadi sinyal tegangan menggunakan IC LM2917.

2. Blok Pengiriman Data:

Pada blok ini terdapat beberapa perangkat pendukung antara lain:

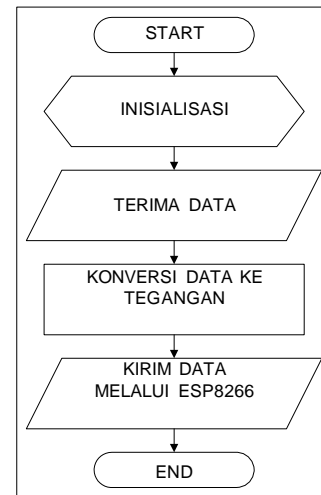
- Arduino Mega 2560 sebagai controller dalam pengiriman data.
- Modul wifi ESP8266 sebagai media komunikasi serial dalam pengiriman data.

**III. HASIL DAN ANALISA**

Sebelum dilakukan pengujian dan pembahasan terhadap perangkat kendali elektronika yang sudah dibuat dalam penelitian ini, maka perlu diketahui terlebih dahulu Implementasi atau cara kerja dari sistem tersebut.

**A. Cara Kerja Sistem**

Secara garis besar cara kerja dari Rancang Bangun Alat Monitoring *Engine Control Unit* (ECU) pada Mesin Toyota Avanza 1300 cc ini dapat dilihat pada blok diagram **Gambar 2.** Implementasi / cara kerja sistem.



**Gambar 2.** Implementasi / Cara Kerja Sistem

**B. Hasil dan Pembahasan**

Berdasarkan rancang bangun sistem kendali perangkat elektronika pada bab 4, maka langkah selanjutnya adalah pengimplementasian serta pengujian terhadap proses kendali perangkat elektronika dengan menggunakan smart phone android. Pada penelitian ini perangkat elektronika tersebut disimulasikan dengan menggunakan lampu indikator. Pengujian yang dilakukan meliputi tiga tahap, yang antara lain:

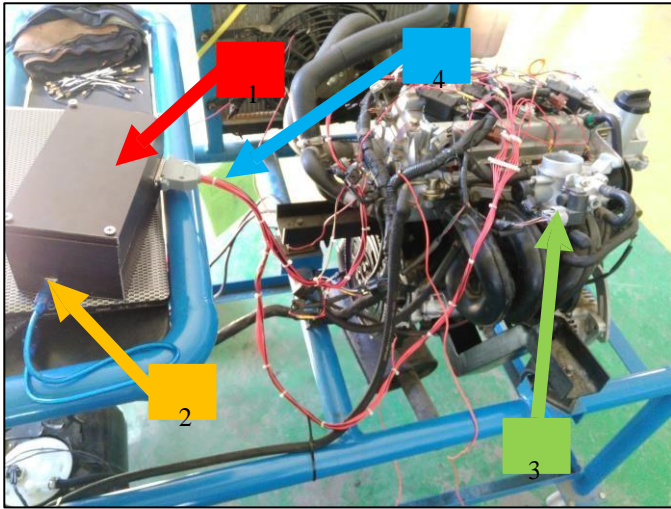
1. Pengujian Perangkat *Hardware*
2. Pengujian kelayakan sensor dan aktuator pada mesin Toyota Avanza 1300 cc.
3. Pengujian terhadap Hasil Pembuatan alat monitoring ECU.

1. Tahap Pengujian Perangkat *Hardware*

Pada penelitian ini, pengujian terhadap perangkat hardware dapat dibagi menjadi dua bagian, yang antara lain:

- a. Pengujian terhadap board Arduino Mega 2560 dan Modul Wifi ESP8266.
- b. Pengujian Terhadap Rangkaian IC LM2917.

Perangkat hardware pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3. Perangkat *Hardware* Keseluruhan.



**Gambar 3.** Perangkat *Hardware* Keseluruhan

Pada gambar 3 dapat dilihat bagian-bagian perangkat *hardware* keseluruhan dan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Nomor 1 merupakan perangkat alat monitoring ECU, yang didalamnya terdapat Arduino Mega 2560, modul wifi ESP8266, dan rangkaian IC LM2917.
- b. Nomor 2 merupakan *power supply* 5Vdc yang berasal dari adaptor 5Vdc atau tegangan yang didapatkan dari *output* USB Laptop.
- c. Nomor 3 merupakan Mesin Toyota Avanza 1300 cc.
- d. Nomor 4 merupakan kabel penghubung antara sensor dan aktuator pada mesin dengan alat monitoring.

Dalam proses pembuatan alat perlu dipastikan bahwa seluruh bagian dari alat dapat bekerja dengan baik melalui proses pengujian. Setelah melakukan pengujian maka akan didapatkan hasil-hasil dari pengujian dari alat yang telah dibuat.

a. Pengujian Arduino Mega dan Modul Wifi ESP8266

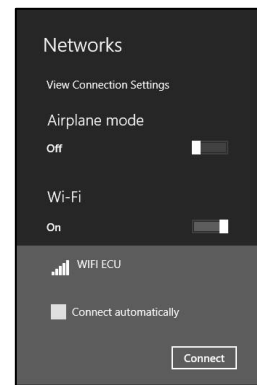
Pengujian pada bagian ini, dilakukan dengan menghubungkan modul wifi ESP8266 dengan *board* mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang terhubung dengan PC menggunakan aplikasi Arduino IDE.

**Tabel 1** Pin-pin yang digunakan ESP8266 pada Board Arduino Uno

Pin ESP8266	Keterangan
GND	Dihubungkan pin ground Arduino Mega
URXD	Dihubungkan pin RX0 Arduino Mega
UTXD	Dihubungkan pin TX0 Arduino Mega
CH_PD	Dihubungkan pin VCC ESP8266
VCC	Dihubungkan pin VCC 5v Arduino Mega

Setelah penyambungan pin ESP8266 dengan Arduino Mega 2560 selesai dilakukan maka tahap selanjutnya adalah *Compiling/Verify* dan *Upload blank source code* dari Arduino IDE ke board Arduino Mega 2560. Mengubah 'Both NL & CR' dan 115200 baud pada bagian bawah kotak dialog. Untuk menguji komunikasi antara modul wifi dengan PC yaitu dengan mengirimkan perintah AT (*case sensitive*).

Menghubungkan sistem wifi ESP8266 dengan *personal computer*. Mengaktifkan mode wifi pada *personal computer* dan melakukan pencarian modul wifi ESP8266 yang telah diberi nama "WIFI ECU" dengan password "12345678". Hasil pengujian *board* Arduino Mega 2560 dan ESP8266 dapat dilihat pada **Gambar 4**. Hasil Pengujian ESP8266 dan *Board* Arduino2560



**Gambar 4.** Hasil Pengujian ESP8266 dan *Board* Arduino 2560

Modul wifi dapat berfungsi ketika dicek melalui perintah-perintah AT *Command* pada Arduino IDE dan dapat terhubung dengan *personal computer*.

b. Pengujian Rangkaian IC LM2917

IC LM2917 digunakan sebagai pengubah sinyal frekuensi menjadi tegangan. Rangkaian LM2917 menggunakan kapasitor 0,1µF dan 50µF, resistor 33k ohm dan 10k ohm. Pada *datasheet* IC LM2917 digunakan rumus sebagai berikut:

$$V_{out} = F_{in} \times C1 \times R1 \times V_{cc} \quad (1)$$

Dimana C1 nilainya 0.1 µF, R1 nilainya 33 k Ohm dan Vcc dari Arduino sebesar 4,8Vdc. Pengujian dilakukan dengan memberikan frekuensi pada rangkaian LM2917.

**Tabel 2** Hasil Pengujian IC LM2917

Frekuensi	Hasil Perhitungan	Hasil Pembacaan
50 Hz	0,792 v	0,8 v
100 Hz	1,584 v	1,6 v
150 Hz	2,376 v	2,4 v
200 Hz	3,168v	3,2 v

Terdapat selisih dari pembacaan multimeter dengan perhitungan rumus. Karena resistor dan kapasitor yang digunakan tidak spesifik memberikan nilai sesuai dengan nilai yang tercantum.

2. Pengujian kelayakan sensor dan aktuator pada mesin Toyota Avanza 1300 cc.

Pada penelitian ini, pengujian terhadap kelayakan sensor dan aktuator pada mesin Toyota Avanza 1300 cc dapat dibagi menjadi tujuh bagian, yang antara lain:

- a. Pengujian sensor IAT
- b. Pengujian sensor ECT
- c. Pengujian sensor MAP
- d. Pengujian sensor CMP
- e. Pengujian sensor CKP
- f. Pengujian aktuator koil
- g. Pengujian aktuator injektor

Pengujian setiap sensor dan aktuator pada mesin Toyota Avanza 1300 cc bertujuan untuk mengetahui kondisi mesin dalam keadaan baik atau perlu perbaikan.

a. Pengujian Sensor IAT

Sensor IAT berfungsi untuk mendeteksi suhu udara yang masuk ke dalam *intake manifold*. Sensor IAT memonitor suhu udara yang masuk ke dalam mesin. ECU membutuhkan informasi ini untuk mengestimasi kerapatan udara sehingga dapat menyeimbangkan campuran udara/bahan bakar [1].

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor IAT

Suhu	Tegangan Standart	Hasil Pembacaan
25 <sup>0</sup> C	1,25 Vdc	1,256 Vdc
30 <sup>0</sup> C	1,47 Vdc	1,480 Vdc
35 <sup>0</sup> C	1,7 Vdc	1,690 Vdc
40 <sup>0</sup> C	1,93 Vdc	1,927 Vdc

Dari hasil pengujian sensor IAT disimpulkan bahwa sensor IAT dapat berfungsi dengan baik. Pada saat suhu rendah maka tegangan yang terbaca nilainya rendah, sehingga mesin perlu pemanasan dan penyemprotan bahan bakar akan diperkaya, dan sebaliknya.

b. Pengujian sensor ECT

Sensor ECT sama seperti sensor IAT, terbuat dari resistor jenis NTC. Sensor ECT berfungsi untuk mendeteksi suhu air yang berada di blok mesin. Sehingga memberikan informasi kepada ECU untuk mendapat keputusan apakah mesin perlu kondisi pemanasan atau tidak [4].

Tabel 4 Hasil Pengujian Sensor ECT

Suhu	Tegangan Standart	Hasil Pembacaan
20 <sup>0</sup> C	1,05 Vdc	1,203 Vdc
30 <sup>0</sup> C	1,47 Vdc	1,378 Vdc
40 <sup>0</sup> C	1,93 Vdc	1,957 Vdc
50 <sup>0</sup> C	2,41 Vdc	2,450 Vdc

Pada saat suhu dingin, pembacaan tegangan sensor ECT menunjukkan nilai tegangan yang tinggi. Sebaliknya pada saat suhu panas, pembacaan tegangan sensor ECT menunjukkan nilai tegangan yang rendah.

c. Pengujian sensor MAP

Sensor MAP merupakan sensor tekanan absolut *manifold*, dipasang pada atau dihubungkan ke *manifold* masukan untuk memonitor kevakuman masukan (*intake vacuum*) [1]. Sensor MAP mengubah tegangan saat tekanan *manifold* masukan berubah. ECU menggunakan informasi ini untuk mengukur beban mesin sehingga timing pengapian dapat dimajukan dan dimundurkan saat dibutuhkan.

Tabel 5 Hasil Pengujian Sensor MAP

Pengujian ke-	Tegangan Standart	Hasil Pembacaan
1	4,5 – 5,5 Vdc	4,97 Vdc
2	4,5 – 5,5 Vdc	5,2Vdc
3	4,5 – 5,5 Vdc	5,3 Vdc
4	4,5 – 5,5 Vdc	5,2 Vdc

Dari hasil pengujian sensor MAP disimpulkan bahwa sensor MAP dapat berfungsi dengan baik. Pembacaan nilai tegangan sensor MAP menunjukkan aliran udara yang masuk ruang *manifold*. Semakin besar katup gas terbuka maka semakin banyak udara yang masuk ke ruang *manifold*.

d. Pengujian sensor CMP

Sensor CMP berfungsi untuk memberikan informasi posisi *top dead center* dari silinder satu dan empat [1]. Selain itu sensor CMP juga untuk menentukan waktu injeksi bahan bakar secara berurutan pada tiap-tiap silinder.

Tabel 6 Hasil Pengujian SensorCMP

Kondisi Mesin	Resistansi Standart	Hasil Pembacaan
Saat Dingin	835 – 1400 ohm	980 ohm
Saat Panas	1060 – 1645 ohm	1177 ohm

Dari hasil pengujian sensor CMP disimpulkan bahwa sensor CMP berfungsi untuk menentukan waktu injeksi bahan bakar secara berurutan ke tiap-tiap silinder.

e. Pengujian sensor CKP

Sensor CKP merupakan sensor engkol juga memberi informasi pada unit kendali tentang seberapa cepat mesin berputar sehingga waktu pengapian dapat dimajukan atau diperlambat jika diperlukan [1].

Tabel 7 Hasil Pengujian Sensor CKP

Kondisi Mesin	Resistansi Standart	Hasil Pembacaan
Saat Dingin	1630 – 2740 ohm	1775 ohm
Saat Panas	2065 – 3225 ohm	2560 ohm

Dari hasil pengujian sensor CKP disimpulkan bahwa sensor CKP berfungsi dengan baik. Sensor CKP berfungsi untuk mendeteksi putaran mesin.

## f. Pengujian aktuator koil

Koil akan memberikan tegangan tinggi ke busi lebih awal (*timing* pengapian maju) ketika CKP sensor mendeteksi putaran mesin dalam keadaan tinggi [4]. Koil akan memberikan tegangan tinggi ke busi lebih lambat (*timing* pengapian mundur).

Tabel 8 Hasil Pengujian Aktuator Koil

Koil ke-	Tegangan Standart	Hasil Pembacaan
1	9 – 14 Vdc	11,02 Vdc
2	9 – 14 Vdc	11,07 Vdc
3	9 – 14 Vdc	10,93 Vdc
4	9 – 14 Vdc	10,68 Vdc

Dari hasil pengujian aktuator koil disimpulkan bahwa aktuator koil berfungsi dengan baik. Maka dapat disimpulkan bahwa koil dapat berfungsi untuk memberikan derajat pengapian pada mesin.

## g. Pengujian aktuator injektor

Injektor bahan bakar dalam sistem injeksi berfungsi untuk menginjeksikan bensin yang terukur ke arus udara masuk, baik secara tidak langsung ke *intake manifold* atau secara langsung ke ruang bakar [1].

Tabel 9 Hasil Pengujian Aktuator Injektor

Injektor ke-	Resistansi Standart	Hasil Pembacaan
1	12 ohm	11,3 ohm
2	12 ohm	10,9 ohm
3	12 ohm	10,2 ohm
4	12 ohm	11,7 ohm

Setelah melakukan pengujian injektor, maka dapat disimpulkan bahwa injektor dapat berfungsi dengan baik. Injektor mampu menyempatkan bahan bakar.

## 3. Pengujian terhadap Hasil Pembuatan alat monitoring ECU.

Sensor-sensor yang ada pada motor bakar dikirim ke ECU untuk pengendalian terhadap aktuator. Sinyal data dari sensor memiliki nilai keluaran berupa tegangan, dan frekuensi. Sedangkan sinyal data dari aktuator memiliki nilai keluaran berupa frekuensi. Data sinyal dari sensor ECT, IAT, dan MAP nilai keluarannya berupa tegangan diproses dalam Arduino Mega menggunakan *library* ADC. Sensor CKP CMP dan aktuatoor injektor koil, nilai keluarannya berupa frekuensi akan diproses dalam IC LM2917 selanjutnya data keluaran dari IC tersebut akan diproses dalam Arduino Mega. Hasil dari pemrosesan data singal sensor dan aktuator akan diproses pada Arduino Mega menggunakan modul wifi ESP8266 akan dikirim ke *software* monitoring ECU pada *personal computer*. Pengiriman data ke *software* monitoring ECU menggunakan komunikasi *User Datagram Protocol* (UDP). Hasil uji coba pengiriman data untuk keseluruhan sensor dan aktuator yang di monitoring dapat dilihat pada **Tabel 10**. dari tabel tersebut

dapat diketahui bahwa pengiriman data sensor dan akuator dapat berhasil dan waktu yang diperlukan dalam pengiriman data membutuhkan dua detik untuk keseluruhan data.

Tabel 8 Hasil Pengujian Pengiriman Data Sensor dan Aktuator

Detik ke-	IAT	ECT	MAP	MAF	CMP	CKP	CO1	CO2	CO3	CO4	IN1	IN2	IN3	IN4
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
22	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

## IV. KESIMPULAN

Alat monitoring ECU mampu membantu menganalisa data sensor dan aktuator pada mesin Toyota Avanza 1300 cc. Kondisi *idle* memerlukan sensor IAT, ECT, MAP, CMP, dan CKP. Sedangkan aktuator yang digunakan adalah koil dan injektor. Dalam kondisi *idle*, sensor dan aktuator mampu terbaca dengan baik sehingga mampu diproses dalam Arduino Mega 2560. Data dari sensor dan aktuator diproses dalam Arduino Mega 2560 menggunakan *library* ADC untuk mengubah sinyal data analog menjadi sinyal tegangan digital. Data sensor dan aktuator yang sudah diproses Arduino Mega dikirim ke *personal computer* sebagai media penampil data monitoring. Untuk mempersingkat waktu pengiriman data dari mikrokontroler Arduino Mega, koneksi yang digunakan adalah *User Datagram Protocol* (UDP). Waktu yang diperlukan dalam pengiriman data membutuhkan dua detik untuk keseluruhan data.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kristanto Philip. (2015). Motor Bakar Torak-Teori & Aplikasinya. ANDI.Yogyakarta.
- [2]. Prabowo, Y. & Wayan, D. (2016). Rancang Bangun Pembaca Display Data On Board Diagnostic (Obd) Mesin Mobil Berbasis Arduino. Seminar Nasional Telekomunikasi dan Informatika.
- [3]. Kusumo, Y. P., Harianto, & Wibowo, M. C. (2015). Rancang Bangun Sistem General Diagnostic Scanner Untuk Mengakses Ecu Mobil Dengan Komunikasi Serial Obd-2. Journal of Control and Network Systems, 4, 69-82.
- [4]. [4] Kurniawan W. (2013). Sistem Pengapian Mesin Inz-Fe Toyota Vios.Seminar Teknik Mesin.
- [5]. Asar, Hasbi, M., & Sudia B. (2016). Studi Gejala Kerusakan Pada Mesin Toyota Avanza Berteknologi Vvt-I Tipe Mesin K3-Ve 1300 cc. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin, 1, 30-34.
- [6]. Desmas A Patriawan. (2010). Desain Electronik Control Unit Pada Kendaraan Listrik Bertenaga Bantu Sel Surya. Seminar Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- [7]. Fahmi, F. & Yuniarto N., Y. (2013). Perancangan dan Unjuk Kerja Engine Control Unit (ECU) iquiteche pada motor Yamaha vixion. Jurnal Teknik Pomits, 1, 1-6.
- [8]. Putra, I., Fatoni, A., & Susila, J. (2011). Sistem Pengaturan Injeksi Bahan Bakar Mesin Mitsubishi 4g63 Menggunakan Metode Fuzzy.
- [9]. [9] Ramadhan, A., Susila, J., & Arifin, I. (2011). Sistem Pengaturan Injeksi Bahan Bakar Mesin Mitsubishi 4G63 menggunakan Metode Fuzzy Adaptif.

*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*