



---

## ANALISA KINERJA SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA2560

Supriadi<sup>1</sup>, Mulia<sup>1</sup>, Fadlah K Sinurat<sup>1</sup>, Suardi<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Sinar Husni Medan, Indonesia

E-mail: [supriadi.alif81@gmail.com](mailto:supriadi.alif81@gmail.com)

---

### Abstrak

ECU Standar pada dasarnya tidak dapat diprogram ulang. Pemrograman biasanya dilakukan pabrikan ketika melakukan facelift (pembaruan ringan) setiap 3-4 tahun. Pabrikan menjual tipe baru dengan menambahkan kata Sport atau Performance, dengan tenaga dan torsi yang lebih tinggi dari versi sebelumnya serta dijual dengan harga yang lebih mahal. Hebatnya hal ini terjadi pada jenis mesin yang sama, tetapi dengan pemrograman ulang di ECU. Untuk mengatasi masalah ini para produsen otomotif menciptakan berbagai ECU Aftermarket, dimana ECU Aftermarket ini dapat dimapping ulang dan para mekanik dapat membuat base mapping terbaik mereka. Akan tetapi harga ECU Aftermarket ini sangatlah mahal. Hal inilah yang menjadi latar belakang dilakukannya penelitian ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan kinerja mesin meliputi daya dan torsi pada ECU standar dan Mikrokontroler Atmega2560. Metode penelitian ini dengan pembuatan program firmware menggunakan Arduino. Hasil yang diperoleh menyatakan bahwa penggunaan ECU standar dan Standalone berbasis Atmega2560 memiliki perbedaan yang cukup signifikan, dimana ECU Standalone berbasis Atmega2560 memiliki nilai daya dan torsi yang lebih tinggi.

**Kata Kunci:** ECU; Atmega2560; Torsi; Daya; Kinerja mesin

---

### Abstract

*Standard ECU is basically not reprogrammable. Programming is usually done by the manufacturer when doing a facelift (light update) every 3-4 years. Manufacturers sell new types by adding the word Sport or Performance, with higher power and torque than the previous version and sold at a higher price. Amazingly this happened on the same type of engine, but with a reprogramme in the ECU. To overcome this problem, automotive manufacturers created various Aftermarket ECUs, where these Aftermarket ECUs can be remapped and mechanics can make their best base mapping. However, the price of this Aftermarket ECU is very expensive. This is the background of this research. The purpose of this study was to compare engine performance including power and torque on a standard ECU and Atmega2560 microcontroller. This research method is by making a firmware program using Arduino. The results obtained state that the use of a standard ECU and an Atmega2560-based Standalone has a significant difference, where the Atmega2560-based Standalone ECU has higher power and torque values.*

*Keywords:* ECU; Atmega2560; Torque; Power; Engine Performance.

---

### PENDAHULUAN

Teknologi mesin kendaraan bermotor saat ini begitu sangat cepat berkembang. Para produsen pembuat mobil berlomba-lomba mengembangkan teknologi untuk kendaraan bermotor, khususnya teknologi sistem bahan bakar. Teknologi sistem bahan bakar konvensional pertama adalah sistem karburator. Karl Benz menemukan karburator untuk pertama kalinya pada tahun 1885 dan mematenkannya pada tahun 1886 (Suparyanto dan Rosad (2015, 2020). Seiring berjalannya waktu, penggunaan karburator digantikan dengan sistem injeksi karena lebih mudah diintegrasikan dengan sistem lain untuk

mencapai efisiensi bahan bakar yang jauh lebih baik.

Pada tahun 1967 industri mobil VW memulai memproduksi sistem injeksi dengan sistem injeksi D (D-Jetronic). Kode D berasal dari bahasa Jerman yang berarti tekanan. Dengan D-Jetronic EFI, kontrol injeksi dilakukan secara elektronik oleh *Electronic Control Unit* (ECU) berdasarkan jumlah udara yang masuk. Sensor yang mengukur jumlah udara yang masuk ke dalam silinder adalah *Manifold Absolute Pressure Sensor* (MAP sensor). Selanjutnya diproduksi model L-Jetronic, kode L berasal dari bahasa Jerman (*Luft*) yang berarti udara.

Dengan EFI L-Jetronic, kontrol injeksi dilakukan ECU berdasarkan jumlah udara yang masuk (Menyandang, Ahli and Kurniawan, 2013). Sensor yang mengukur jumlah udara yang masuk ke dalam silinder adalah air flow meter. Terutama di negara-negara dengan peraturan emisi yang ketat, sistem injeksi ini merupakan alternatif lain dari sistem karburator.

Optimalisasi untuk kerja mesin dapat membantu penghematan penggunaan bahan bakar serta usaha mengurangi emisi gas buang pada kendaraan bermotor. Salah satu usaha untuk mengoptimalkan mesin adalah menggunakan Sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI), teknologi pada sistem ini menggunakan ECU yang merupakan otak dari suatu mesin kendaraan yang telah dikomputerisasi.

ECU Standar pada dasarnya tidak dapat diprogram ulang. Pemrograman biasanya dilakukan pabrikan ketika melakukan *facelift* (pembaruan ringan) setiap 3-4 tahun. Pabrikan menjual tipe baru dengan menambahkan kata *Sport* atau *Performance*, dengan tenaga dan torsi yang lebih tinggi dari versi sebelumnya serta dijual dengan harga yang lebih mahal. Hebatnya hal ini terjadi pada jenis mesin yang sama, tetapi dengan pemrograman ulang di ECU. Untuk mengatasi masalah ini para produsen otomotif menciptakan berbagai ECU Aftermarket, dimana ECU Aftermarket ini dapat dimapping ulang dan para mekanik dapat membuat base mapping terbaik mereka. Akan tetapi harga ECU Aftermarket ini sangatlah mahal. Hal inilah yang menjadi latar belakang dilakukannya penelitian ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan kinerja mesin meliputi daya dan torsi pada ECU standar dan Mikrokontroler Atmega2560.

## KAJIAN LITERATUR

ECU (*Engine Control Unit*) adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengatur operasi dari *internal combustion engine*. Manfaat menggunakan ECU ini akan menyebabkan waktu pengapian dan penyemprotan bahan bakar lebih presisi. Ada beberapa cara untuk memperoleh pembakaran yang sempurna diantaranya adalah mengontrol jumlah bahan bakar ke dalam mesin dan waktu penginjeksian sehingga jumlah bahan bakar dapat diatur sesuai dengan kebutuhan mesin serta mengontrol proses pembakaran dengan

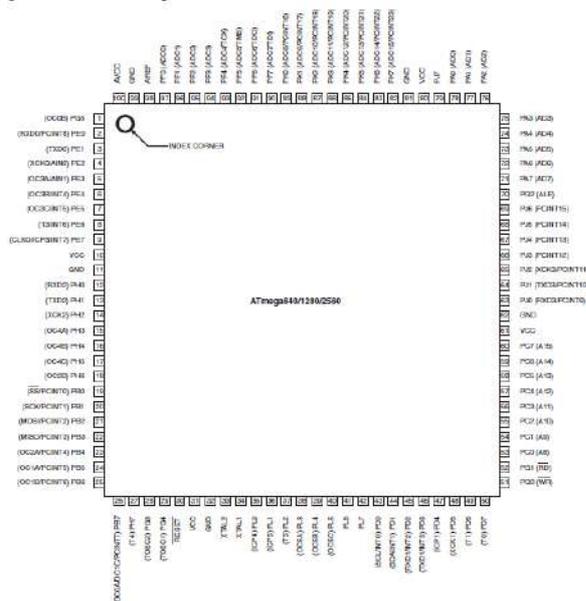
timing advance pengapian yang tepat sehingga seluruh campuran bahan bakar dengan udara terbakar sempurna.

ECU Programmable (*Engine Control Unit Programmable*) adalah sebuah alat control elektronik yang berfungsi untuk mengendalikan serangkaian aktuator pada mesin pembakaran dalam, seperti pengapian dan penginjeksian. Secara singkat, ECU merupakan otak dari suatu mesin kendaraan yang telah dicomputerize. Hal ini dilakukan dengan mendeteksi atau membaca nilai dari berbagai sensor yang terdapat pada mesin, kemudian memproses data yang diambil dari sensor ke mikrokontroler ECU secara aritmatik dan logic.

Fitur yang dapat diprogram adalah; (1) Limiter Engine Fitur, ini adalah untuk membatasi putaran mesin, dan bisa dimasukkan nilai parameter limiter engine ke dalam ecu programmable, (2) Spark Advance Fitur, ini adalah nilai waktu dimana busi memercikan bunga api dalam satuan derajat. Ini dapat diberi nilai sesuai kebutuhan mesin, (3) Fuel Table Fitur, ini adalah persentasi tabel jumlah bahan bakar yang di injeksikan. Ini dapat memberi nilai sesuai kebutuhan mesin, (4) Timing Injection Fitur, ini adalah nilai waktu penginjeksian dalam satuan derajat.

Tuning ECU (*Engine Control Unit*) adalah sebuah proses melakukan kalibrasi ulang atau perubahan data pada ECU, dengan kata lain adalah proses mensetting ulang ECU agar sesuai dengan kebutuhan mesin, dengan tujuan untuk mengoptimalkan tenaga, torsi, dan efisiensi bahan bakar. Untuk melakukan Tuning ECU dibutuhkan suatu software aplikasi khusus yang nantinya dipakai untuk melakukan editing data basemap, kemudian data basemap tadi di upload kembali kedalam ECU (Amir and Nofriansyah, 2020).

Konfigurasi Pin AVR ATmega2560 seperti terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Konfigurasi Pin AVR ATmega 2560 (Comparator *et al.*, 2012)

- a. VCC : Suplai tegangan
- b. GND: Ground
- c. Port A (PA7.PA0): Port A merupakan bi-directional 8-bit port I/O
- d. Port B (PB7.PB0): Port B merupakan bi-directional 8-bit port I/O dan pin fungsi khusus yaitu Output Compare dan PWM Output, Timer/Counter dan SPI
- e. Port C (PC7. PC0): Port C merupakan bi-directional 8-bit port I/O
- f. Port D (PD7.PD0): Port D merupakan bi-directional 8-bit port I/O dan pin fungsi khusus yaitu Timer/Counter, External Interrupt, UART, TWI
- g. Port E (PE7.PE0): Port E merupakan bi-directional 8-bit port I/O dan pin fungsi khusus yaitu External Interrupt, Input Capture Pin, Timer/Counter, Output Compare dan PWM Output, Analog Comparator Negative, Programming Data Out, Programming Data Input, UART
- h. Port F (PF7.PF0): Port F berfungsi sebagai input analog ke A/D Converter. Port F juga berfungsi sebagai bi-directional 8-bit port I/O, jika A/D Converter tidak digunakan. Port F juga melayani fungsi antarmuka JTAG
- i. Port G(PG7.PG0): Port G merupakan bi-directional 8-bit port I/O
- j. RESET: Pin yang berfungsi untuk me-reset mikrokontroler

k. XTAL1: Masukan untuk Inverting Osilator dan masukan untuk rangkaian operasi internal clock

l. XTAL2: Keluaran dari Inverting Osilator amplifier

m. AVCC: Merupakan pin tegangan suplay untuk port F dan A/D Converter

n. AREF: Pin referensi analog bagi A/D Converter

o. PEN: Pin pemrograman untuk mengaktifkan mode pemrograman serial SPI

### Perhitungan Torsi dan Daya

Torsi mesin dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Fauzan Ramadhan and Lesmana, 2020):

$$Ne = T \cdot \omega = \frac{T \cdot 2 \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 75} \quad (m \cdot kg/s) \quad (1)$$

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

$$Pe = \frac{T \cdot 2 \cdot \pi \cdot 100}{V_{l.z.a}} \quad (Kg/cm^2) \quad (3)$$

Dimana;

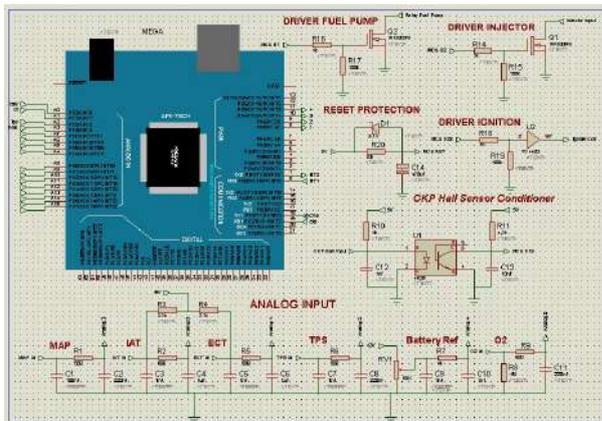
Pe adalah tekanan efektif rata-rata motor ( $Kg/cm^2$ ), T adalah momen putar ( $Kg \cdot cm$ ), VL adalah volume langkah ( $cm^3$ ), Z adalah jumlah silinder, n adalah putaran motor (rpm), dan a adalah siklus perputaran bernilai 0,5 motor 4 langkah.

### METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dimana penelitian ini dilakukan dengan sistem 2 sistem yang berbeda dan mesin yang sama. Untuk dapat membandingkan kinerja mesin standar dengan yang dapat deprogram ulang, maka pada penelitian ini dibuat ECU Programmable menggunakan aplikasi ISIS Proteus 7.09 Professional seperti terlihat pada Gambar 2. Pembuatan rangkaian meliputi, rangkaian pengkondisi sinyal CKP, rangkaian analog input, rangkaian driver injector dan driver fuel pump, dudukan modul robotdyn promini 2560. Pembuatan rangkaian ini bertujuan untuk mensimulasikan rangkaian dan program firmware agar mengetahui kinerja rangkaian.

Pembuatan program firmware menggunakan Arduino dengan mengikuti serangkaian instruksi untuk melakukan fungsi spesifik pada mikrokontroler. Berikut langkah-langkah untuk memasukan program ke dalam mikrokontroler; (1) Hubungkan modul

robotdyn promini 2560 dengan perangkat komputer, (2) Pilih menu Tools pada aplikasi Arduino, (3) Pilih dan klik Port, kemudian pilih port komputer yang digunakan pada mikrokontroler, (4) Buka program yang sudah dibuat, kemudian klik “Verify” pada toolbars untuk memastikan program tersebut tidak error, tunggu sampai proses selesai dan muncul “Done Compile”, (5) Klik Upload pada toolbars untuk memasukkan program kedalam mikrokontroler, tunggu sampai proses selesai dan muncul “Done Uploading”, dan (6) Pembuatan Printed Circuit Board (PCB).

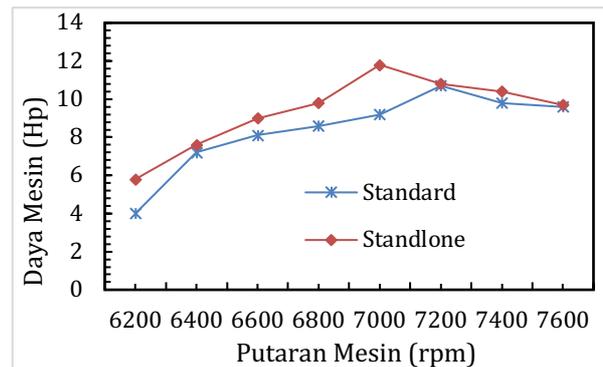


**Gambar 2.** Pembuatan rangkian ECU Programmable menggunakan aplikasi ISIS Proteus 7.09 Professional

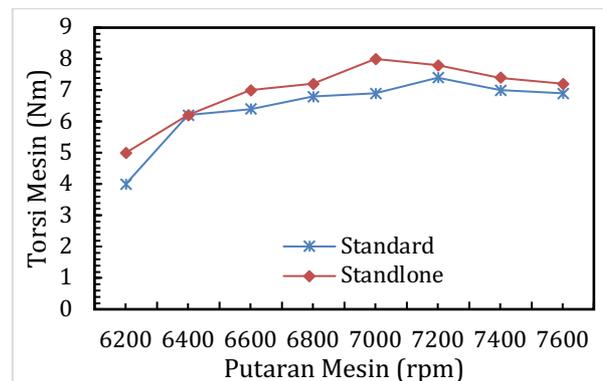
### HASIL

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur dynamometer (Dyno Test). Alat ini digunakan dengan memanfaatkan percepatan dari roller inersia. Pengujian alat dilakukan untuk mendapatkan nilai daya dan torsi mesin dari ECU Standar maupun ECU Standalone berbasis Atmega2560. Hasil pengujian untuk daya dan torsi mesin seperti diperlihatkan pada Gambar 3 dan Gambar 4, secara berurutan.

Penulisan hasil dan pembahasan dipisah. Hasil hanya menyampaikan temuan penelitian. Hasil hendaknya dijabarkan dalam bentuk tabel maupun diagram.



**Gambar 3.** Perbandingan daya mesin menggunakan ECU standar dan Standalone berbasis Atmega2560



**Gambar 4.** Perbandingan torsi mesin menggunakan ECU standar dan Standalone berbasis Atmega2560

### PEMBAHASAN

Perbedaan power maksimum yang dihasilkan menunjukkan bahwa power maksimum yang dihasilkan oleh ECU Standar pada grafik sebesar 10,07 Hp terjadi pada putaran engine 7730 rpm. Sedangkan Power maksimum yang dihasilkan oleh ECU Standalone berbasis Atmega 2560 pada grafik sebesar 11,08 Hp terjadi pada putaran engine 6970 rpm. Terjadi kenaikan power mesin sebesar 1,01 Hp saat menggunakan ECU Standalone berbasis Atmega 2560 dikarenakan campuran bahan bakar (AFR) yang lebih kaya yaitu sebesar 12,6:1 sedangkan campuran bahan bakar pada ECU Standar yaitu sebesar 13,0:1. Selain itu puncak maksimum power mesin dapat di capai lebih cepat yaitu pada 6970 rpm saat menggunakan ECU Standalone berbasis Atmega 2560, sedangkan saat menggunakan ECU Standar puncak maksimum power mesin terjadi di 7730 rpm. Pada kondisi ini daya mesin akan terjadi lebih cepat akselerasinya di banding dengan menggunakan ECU Standar.

perbedaan torsi maksimum yang dihasilkan mesin, data menunjukkan bahwa torsi maksimum yang dihasilkan oleh ECU Standart pada grafik warna merah muda sebesar 7.34 ft.lbs atau 9.95 Nm terjadi pada putaran engine 7180 rpm. Sedangkan torsi maksimum yang dihasilkan oleh ECU Standalone berbasis Atmega 2560 pada grafik warna ungu muda sebesar 8,35 ft.lbs atau 11,32 Nm (newton meter) terjadi pada putaran engine 6960 rpm. Terjadi kenaikan torsi mesin sebesar 1,37 Nm (newton meter) saat menggunakan ECU Standalone berbasis Atmega 2560 dikarenakan campuran bahan bakar atau AFR yang lebih kaya (Rich) yaitu sebesar 12,6:1 sedangkan campuran bahan bakar atau AFR pada ECU Standart yaitu sebesar 13,0:1. Selain itu puncak maksimum torsi mesin dapat di capai lebih cepat yaitu pada 6960 rpm saat menggunakan ECU Standalone berbasis Atmega 2560, sedangkan saat menggunakan ECU Standart puncak maksimum torsi mesin terjadi di 7180 rpm. Pada kondisi ini Torsi mesin akan terjadi lebih cepat akselerasinya di banding dengan menggunakan ECU Standart

Salah satu faktor yang menyebabkan menaikkan power mesin dan torsi mesin yaitu karena base mapping pada ECU Programmable yang lebih kaya (rich) sesuai kebutuhan mesin. Sedangkan pada base mapping ECU Standart lebih ekonomis dikarenakan untuk memenuhi kebutuhan regulasi pasar industri Otomotif. Berikut Grafik rumus pengaruh power mesin dan torsi mesin terhadap campuran bahan bakar atau AFR (air fuel : ratio)

Pada gambar 4.10 terlihat grafik stoichiometric dimana untuk mendapatkan power maksimum mesin dibutuhkan bahan bakar yang lebih kaya disekitaran AFR 12.6:1, selain itu jika bahan bakar juga terlalu kaya dari angka 12.6:1 maka power mesin akan semakin menurun. Sedangkan jika bahan bakar kurus power mesin yang dihasilkan juga menurun, akan tetapi konsumsi bahan bakar yang dihasilkan jauh lebih ekonomis. Pada umumnya angka yang pas antara perbandingan campuran bahan bakar dengan udara yaitu sebesar 14.7:1, dimana 14.7 adalah jumlah banyaknya udara sedangkan angka 1 adalah jumlah banyaknya bahan bakar. Jika bahan bakar kurus (lean) maka nilai AFR akan meningkat dikarenakan jumlah udara semakin banyak, sebaliknya jika bahan bakar

kaya (rich) maka nilai AFR semakin menurun dikarenakan jumlah udara semakin menurun.

## SIMPULAN

Kenaikan daya mesin sebesar 1,01 Hp saat menggunakan ECU Standalone berbasis Atmega 2560 dikarenakan campuran bahan bakar atau AFR yang lebih kaya yaitu sebesar 12,6:1, sedangkan campuran bahan bakar pada ECU Standar yaitu sebesar 13,0:1. Selain itu puncak maksimum daya mesin dapat di capai lebih cepat yaitu pada 6970 rpm saat menggunakan ECU Standalone berbasis Atmega 2560, sedangkan saat menggunakan ECU Standar puncak maksimum power mesin terjadi di 7730 rpm. Pada kondisi ini daya mesin akan terjadi lebih cepat akselerasinya dibanding menggunakan ECU Standar. Kenaikan torsi mesin sebesar 1,37 Nm saat menggunakan ECU Standalone berbasis Atmega 2560 dikarenakan campuran bahan bakar yang lebih kaya yaitu sebesar 12,6:1, sedangkan campuran bahan bakar pada ECU Standar yaitu sebesar 13,0:1. Selain itu puncak maksimum torsi mesin dapat dicapai lebih cepat yaitu pada 6960 rpm saat menggunakan ECU Standalone berbasis Atmega 2560, sedangkan saat menggunakan ECU Standar, puncak maksimum torsi mesin terjadi di 7180 rpm. Pada kondisi ini Torsi mesin akan terjadi lebih cepat akselerasinya dibanding dengan menggunakan ECU Standar.

## REFERENSI

- Amir, A. and Nofriansyah, M. (2020) 'Uji Performa Sepeda Motor Sport Sistem Programmed Fuel Injection (Pgm-Fi) Satu Silinder 150 Cc Menggunakan Bahan Bakar Bensin Ron 92', *Motor Bakar : Jurnal Teknik Mesin*, 3(2). doi: 10.31000/mbjtm.v3i2.3340.
- Comparator, O. A. *et al.* (2012) 'Datenblatt Arduino'.
- Fauzan Ramadhan, F. and Lesmana, I. G. E. (2020) 'Peningkatan Daya Dan Torsi Dengan Menggunakan Software "Bitedit" Di Mesin I-Vtec Type Honda Jazz', *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 5(2), pp. 39–50. doi: 10.25105/pdk.v5i2.7357.
- Menyandang, G., Ahli, G. and Kurniawan, W. (2013) 'Sistem Pengapian Mesin 1Nz-Fe

Toyota Vios Program Studi Diploma Iii  
Teknik Mesin’.

Suparyanto dan Rosad (2015 (2020)  
‘Electronic Control Unit Programmable  
(ECU Programmable) Menggunakan  
ATmega2560’, *Suparyanto dan Rosad*  
(2015, 5(3), pp. 248–253.