



Analisa Penggunaan Mikrokontroler Atmega 2560 Terhadap Kinerja Engine Sepeda Motor Honda Vario 125

Hendra Susilo¹, Supriadi¹, Deni Andriansyah¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Sinar Husni, Indonesia

E-mail: hendrasusilo18oke0907@gmail.com

Abstrak

ECU adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengatur operasi dari *internal combustion engine* pada sistem *fuel injection*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan *horse power* mesin, torsi mesin, dan emisi gas buang terhadap penggunaan ECU Standart dan ECU Standalone berbasis Atmega 2560. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini pembuatan alat ECU Standalone berbasis Atmega 2560 terdiri dari pembuatan rangkaian ECU Programmable, membuat program firmware, pembuatan desain PCB untuk rangkaian power supply, rangkaian pengkondisi sinyal CKP, rangkaian analog input, rangkaian driver injector dan driver fuel pump, dudukan modul robotdyn promini 2560, serta pemasangan komponen, pengujian laporan, pembuatan desain box rangkaian, dan perakitan pada box. Pengujian alat dilakukan untuk menganalisa penggunaan mikrokontroler Atmega 2560 terhadap kinerja engine Sepeda Motor Honda Vario 125. Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan ECU standart dan ECU standalone berbasis Atmega 2560 terhadap kinerja engine sepeda motor Honda Vario 125 seperti: terjadi kenaikan pada *power* mesin sebesar 1,01 Hp, dan Torsi mesin sebesar 1,37 Nm. Emisi gas buang yang dihasilkan seperti CO mengalami penurunan dari 0,02% menjadi 0,01%, O₂ mengalami penurunan dari 10,54% menjadi 9,36%, HC menagalami kenaikan dari 280 ppm menjadi 311 ppm, dan CO₂ menagalami kenaikan dari 7,3% menjadi 8,3%. Dari hasil penelitian ini prototipe ECU standalone berbasis Atmega 2560 diharapkan dapat membantu para mekanik balap untuk menyesuaikan settingan mesin motor balap khususnya pada mesin injeksi.

Kata Kunci: ECU; Atmega; kinerja engine.

Abstrak

The ECU is an electronic device that functions to regulate the operation of the internal combustion engine in the fuel injection system. The purpose of this study was to determine the ratio of engine horse power, engine torque, and exhaust emissions to the use of the Standard ECU and the Atmega 2560-based Standalone ECU. The method used in this study was to manufacture the Atmega 2560-based Standalone ECU which consisted of making a Programmable ECU circuit, making firmware program, PCB design for power supply circuit, CKP signal conditioning circuit, analog input circuit, injector driver circuit and fuel pump driver, robotdyn promini 2560 module holder, as well as component installation, report testing, circuit box design, and box assembly. . Tool testing was carried out to analyze the use of the Atmega 2560 microcontroller on the performance of the Honda Vario 125 motorcycle engine. The results of this study indicate that the use of a standard ECU and a standalone ECU based on Atmega 2560 on the performance of a Honda Vario 125 motorcycle engine such as: an increase in engine power of 1, 01 Hp, and engine torque of 1.37 Nm. Exhaust emissions such as CO decreased from 0.02% to 0.01%, O₂ decreased from 10.54% to 9.36%, HC increased from 280 ppm to 311 ppm, and CO₂ increased from 7.3% to 8.3%. From the results of this study, the standalone ECU prototype based on the Atmega 2560 is expected to help racing mechanics to adjust the engine settings for racing motorcycles, especially on injection engines.

Keywords: ECU; Atmega; engine performance.

PENDAHULUAN

Motor bakar merupakan jenis motor torak dengan proses pembakaran berlangsung di dalam silinder (*internal combustion*) yang saat ini banyak digunakan terutama di bidang transportasi. Seiring dengan berkembangnya teknologi otomoti maka optimalisasi unjuk

kerja mesin memberikan kontribusi yang sangat penting bagi peningkatan mutu kendaraan. Dimana para produsen otomotif saling berlomba-lomba mengembangkan teknologi, terutama teknologi pada system bahan bakar. (Benz, Carl 2001) Teknologi sistem bahan bakar konvensional pertama kali yaitu sistem

Karburator, karburator pertama kali ditemukan oleh Karl Benz pada tahun 1885 dan dipatenkan pada tahun 1886.

Seiring perkembangan zaman penggunaan Karburator mulai digantikan oleh sistem injeksi bahan bakar dikarenakan lebih mudah terintegrasi dengan sistem yang lain untuk mencapai efisiensi bahan bakar. Peningkatan jumlah penggunaan kendaraan bermotor menurut Asosiasi Industri Sepeda motor Indonesia (AISI) dari tahun 2021 penjualan motor mencapai 3.761.407 unit atau tumbuh hampir 31% dibandingkan tahun 2020. Idealnya untuk setiap 14,7 gram udara berbanding 1 gram bahan beban kendaraan. Jika perbandingan udara dan bahan bakar tidak ideal maka akan menjadi campuran kaya (rich) ataupun campuran kurus (lean). Selain itu, pembakaran tidak sempurna, akibatnya emisi gas buang berlebihan dan tenaga tidak optimal karena energi kinetis yang dihasilkan pun tidak maksimal. Dewasa ini sistem penyaluran bahan bakar yang digunakan pada perusahaan otomotif adalah sistem EFI (Electronic Fuel Injection) yang menyalurkan bahan bakarnya ke mesin dengan pengaturan injeksi elektronik ke dalam saluran masuk (intake port) sama halnya pada bakar dan disesuaikan dengan kondisi panas mesin dan udara sekitar serta

ECU (engine control unit) motor standart bawaan pabrik pada umumnya sudah terprogram dengan base mapping yang ekonomis, karena penggunaannya diperuntukan untuk penggunaan sehari-hari. Base mapping motor standart pada umumnya tidak dapat dirubah atau diprogram ulang, karena penggunaannya hanya untuk harian. Jika seorang mekanik balap merancang mesin injeksi dan hanya mengandalkan ECU standart pabrik, maka para mekanik tidak akan menemukan settingan yang cocok untuk mesin mereka, dikarenakan pembatasan Rev Limiter mesin dan pembatasan jumlah durasi bahan bakar yang diinjeksikan. Jika hanya mengandalkan ECU standart pabrik, maka ECU standart tidak akan mampu mengayomi mesin balap akhirnya tenaga mesin tidak akan optimal. ECU Standart tidak dapat dimapping ulang karena hal ini dilakukan pabrikan untuk mendapatkan sesuatu yang lebih. Biasanya ketika mereka melakukan facelift (pembaruan ringan) setiap 3-4 tahun, mereka menjual tipe baru, biasanya ditambahkan kata kata Sport atau Performance, dengan tenaga dan torsi yang lebih tinggi dari versi sebelumnya, dan dijual

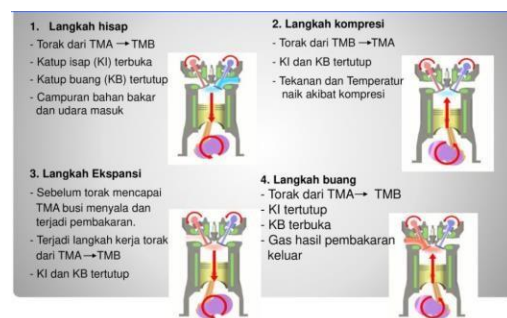
dengan harga yang lebih mahal, padahal masih menggunakan mesin yang sama, tetapi dengan basemap yang berbeda. Untuk mengatasi masalah ini para produsen otomotif menciptakan berbagai ECU Aftermarket, dimana ECU Aftermarket ini dapat dimapping ulang dan para mekanik dapat membuat base mapping terbaik mereka. Akan tetapi harga ECU Aftermarket ini sangatlah mahal.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut: mengetahui perbandingan *horse power* mesin menggunakan ECU Standart dan ECU Standalone berbasis Atmega 2560 pada sepeda motor Honda Vario 125, mengetahui perbandingan torsi mesin menggunakan ECU Standart dan ECU Standalone berbasis Atmega 2560 pada sepeda motor Honda Vario 125, dan mengetahui perbandingan emisi gas buang menggunakan ECU Standart dan ECU Standalone berbasis Atmega 2560 pada sepeda motor Honda Vario 125. Pembuatan prototipe ECU standalone berbasis Atmega 2560 diharapkan dapat membantu para mekanik balap untuk menyesuaikan settingan mesin motor balap khususnya pada mesin injeksi.

KAJIAN LITERATUR

Motor Otto

Motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) adalah mesin kalor yang berfungsi untuk menkonversikan energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar menjadi energi mekanis dan prosesnya terjadi di dalam suatu ruang bakar yang tertutup. Siklus langkah kerja motor pembakaran dalam dapat diklasifikasikan menjadi motor 2 langkah dan motor 4 langkah dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah.



Gambar 1. SIKLUS KERJA MOTOR 4 LANGKAH

Engine Controller Unit Programmable

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 bekerja secara digital logic dengan sebuah mikrokontroler yang berfungsi mengelolah data dengan proses membandingkan dan mengkalkulasi data untuk disesuaikan oleh kebutuhan mesin.

Penelitian terdahulu terkait ECU diantaranya (Utama, 2014) telah membuat perancangan modul CDI untuk ECU Iquteche dan komparasi unjuk kerja modul CI dan TCI pada sepeda motor Honda SupraX 125 spesifikasi MP1 dan (Yunas, 2012) telah mengaplikasi ECU IQuteche-e pada mesin roadrace 130c. (Yuli, 2011) telah membuat ECU dengan microcontroller ATmega 128 yang digunakan untuk mengontrol engine PEX dan Engine honda revo yang digunakan untuk mengikuti lomba Shell Eco Marathon. Hardware yang dibuat mengacu pada perancangan Michel Krinsten yang menggunakan microcontroller AVR ATmega128 8-bit dengan speed 16 MHz pada ECU VEMS. (Hasyim, 2012) menggunakan ECU IQuteche dan karburator menyatakan bahwa mesin PEX dengan menggunakan ECU IQutech-e dapat meningkatkan daya mesin hingga 0.2HP dari pada menggunakan system karburator pada mesin PEX.

Turning Program ECU

Tuning dapat mencakup berbagai penyesuaian dan modifikasi, seperti penyesuaian sistem bahan bakar dan sistem pengapian untuk perombakan mesin yang signifikan. Penyesuaian kinerja suatu mesin dapat melibatkan merevisi beberapa keputusan desain yang diambil selama pengembangan mesin. Kendaraan yang diproduksi setelah sekitar tahun 2002, perusahaan tuning aftermarket telah memanfaatkan protokol OBDII untuk komunikasi kendaraan dan telah mengembangkan alat yang sangat populer untuk hanya mem-flash ECU. Mem-flash ECU standart merupakan pekerjaan yang tidak

lengkap, di mana tuner tidak memiliki akses ke semua tabel atau data kalibrasi sensor di ECU. Standalone ECU merupakan solusi terbaik untuk penyesuaian kinerja mesin, dimana ECU Standalone ini dapat menyesuaikan data tuning ataupun data kalibrasi sensor di ECU.

Contoh aplikasi software untuk mentuning program pada ECU Standalone yaitu EFI Analysis Tuner Studio MS v3, Berikut Contoh menu pada aplikasi EFI Analysis Tuner Studio MS v3:

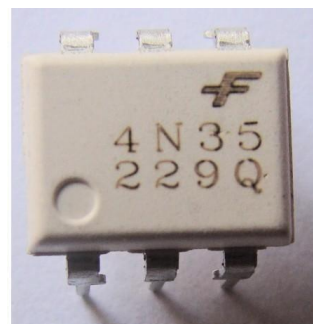
Mendapatkan tenaga maksimal, Air Fuel Ratio (AFR) harus pada 12,6-12, 8:1. Sebagai catatan, (Enginebasics.com, n.d.) nilai ini akan menjadi sedikit berbeda untuk aplikasi yang berbeda, Namun nilai AFR 12.6-12, 8:1 akan menjadi patokan yang baik untuk memulai mapping baru. Beberapa mesin seperti beroperasi dengan campuran yang sedikit lebih kurus (lean), ketika mesin lain memiliki campuran lebih kaya untuk memproduksi tenaga.

Mikrokontroler Atmega 2560

Mikrokontroler AVR dikelompokkan menjadi empat kelas yaitu keluarga ATtiny, AT90Sxx, ATmega, AT86RFxx. Perbedaan pada masing masing keluarga AVR adalah kapasitas memori, peripheral, dan fungsi. Mikrokontroler ATmega 2560 merupakan salah satu varian dari mikrokontroler AVR 8-bit yang diproduksi oleh Atmel.

Optocoupler 4N35

Menurut AY Nugraha (2011), optocoupler adalah suatu piranti yang terdiri dari dua bagian pokok yaitu bagian pemancar dan penerima. Bagian pemancar dan penerima terletak diantara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Umumnya optocoupler digunakan sebagai saklar elektrik yang bekerja secara otomatis. Bentuk fisik optocoupler terlihat pada Gambar 2 di bawah.



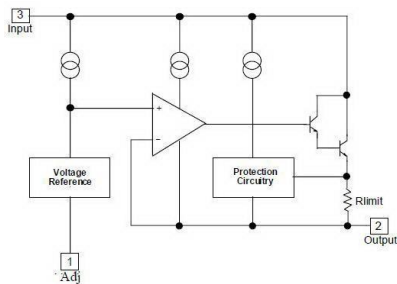
Gambar 2. OPTOCOUPLER 4N35

Pada dasarnya Optocoupler adalah suatu komponen penghubung (coupling) yang bekerja berdasarkan picu cahaya optik. Optocoupler terdiri dari dua bagian yaitu: Pada bagian pemancar dibangun dari sebuah LED infra merah dan Pada bagian penerima dibangun dengan dasar komponen photodiode. Sehingga sinyal listrik yang ada pada masukan dan keluaran akan terisolasi. Dengan kata lain, optocoupler ini digunakan sebagai optoisolator jenis IC. Prinsip kerja dari optocoupler adalah:

- Sika antara photodiode dan LED terhalang maka photodiode tersebut akan mati sehingga keluaran dari kolektor akan berlogika High.
- Sebaliknya jika antara photodiode dan LED tidak terhalang, maka fotodiode tersebut hidup sehingga keluarannya akan berlogika rendah.

Voltage Regulator LM317

Voltage Regulator LM317 merupakan ic regluator yang memiliki tegangan Output yang dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan. Untuk membuat power supply dengan tegangan Output variabel dapat dibuat dengan sederhana apabila menggunakan IC regulator LM317. IC Regulator tegangan variabel LM317 terdiri dari rangkaian internal dapa dilihat pada Gambar 3 di bawah.



Gambar 3. RANGKAIAN INTERNAL IC LM317

METODE

Langkah Pembuatan Alat

Pembuatan alat ECU Standalone berbasis Atmega 2560 terdiri dari pembuatan rangkaian ECU Programmble, membuat program firmware, pembuatan desain printed circuit board (PCB) untuk rangkaian power supply, rangkaian pengkondisi sinyal CKP, rangakaian analog input, rangkaian driver injector dan driver fuel pump, dudukan modul robotdyn promini 2560, serta pemasangan komponen, pengujian laporan, pembuatan desain box

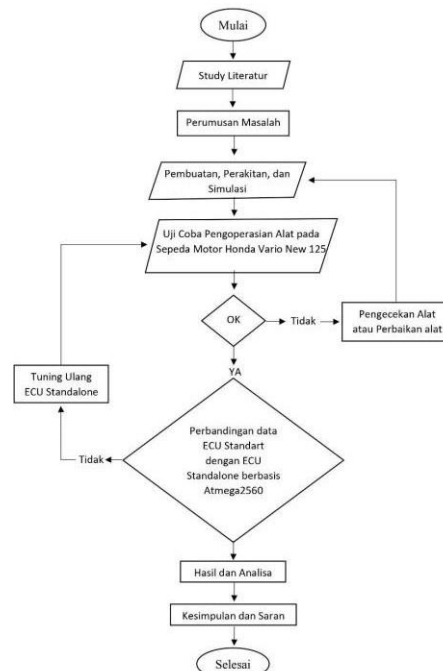
rangkaian, dan perakitan pada box. Prototipe ECU Standalone berbasis Atmega 2560 dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah.



Gambar 4. PROTOTIPE ECU STANDALONE BERBASIS ATMEGA 2560

Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk menganalisa penggunaan mikrokontroler Atmega 2560 terhadap kinerja engine Sepeda Motor Honda Vario 125. Membuat rancangan eksperimen terlebih dahulu, sehingga variabel-variabel yang berpengaruh terhadap karakteristik mesin Honda Vario New 125 dapat diketahui. Pengujian eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui hasil perbandingan penggunaan ECU standart dan ECU Standalone berbasis Mikrikontroler Atmega2560. Adapun Langkah-langkah kegiatan yang di lakukan oleh penelitian ini di jelaskan pada bentuk flowchart dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah.

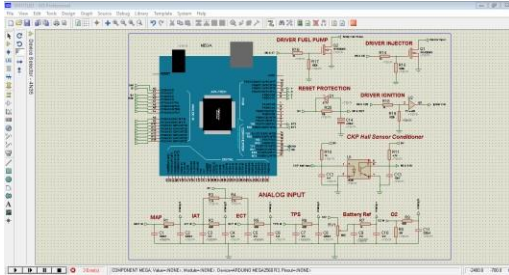


Gambar 5. DIAGRAM FLOWCHRT PENGUJIAN ECU

HASIL

Pembuatan Rangkaian

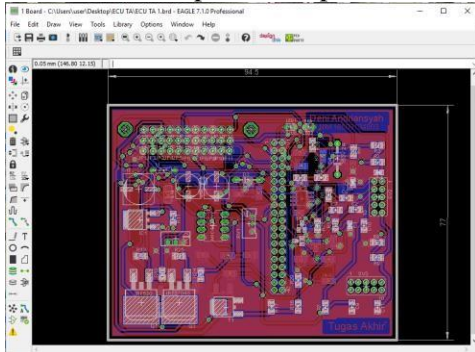
Pembuatan rangkaian ini menggunakan aplikasi ISIS Proteus 7.09 Professional. Pembuatan rangkaian meliputi, rangkaian pengkondisi sinyal CKP, rangkaian analog input, rangkaian driver injector dan driver fuel pump, dudukan modul robotdyn promini 2560. Pembuatan rangkaian ini bertujuan untuk mensimulasikan rangkaian dan program firmware agar mengetahui kinerja rangkaian dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah.



Gambar 6. RANGKAIAN ECU PROGRAMMABLE

Pembuatan PCB

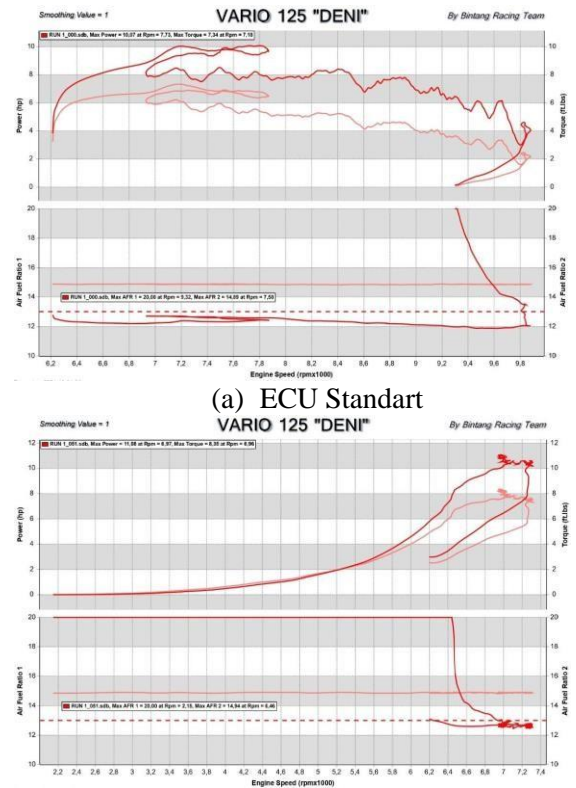
pembuatan PCB adalah menggambar layout rangkaian dengan perangkat lunak. Perangkat lunak yang digunakan yaitu EAGLE. Berikut proses desain layout PCB menggunakan aplikasi EAGLE dapat dilihat pada Gambar 7.



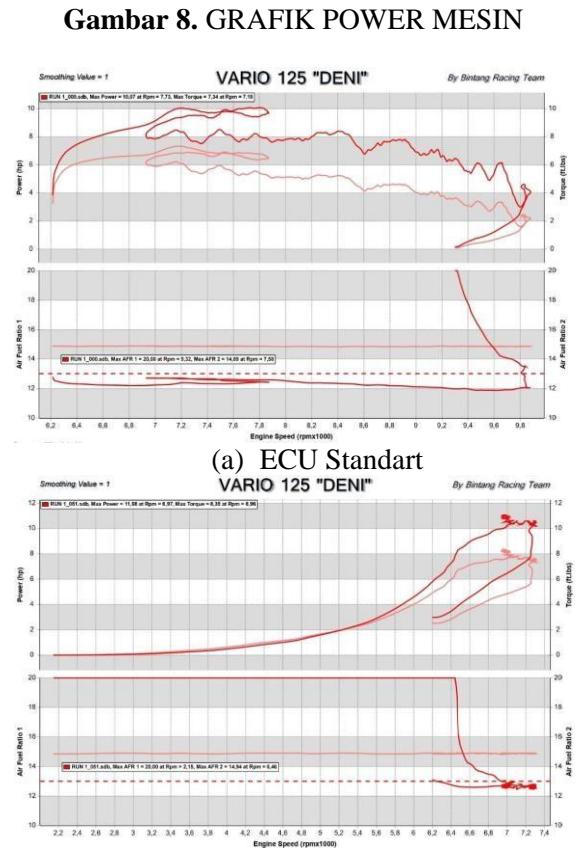
Gambar 7. PROSES DESAIN LAYOUT PCB PADA ECU PROGRAMMABLE

Pengujian Alat ECU Standart Dan ECU Standalone Berbasis ATMEGA 2560

Pengujian alat dilakukan untuk mendapat data Power mesin, torsi mesin dan emisi gas buang menggunakan ECU Standart maupun ECU Standalone berbasis Atmega2560 yang telah dibuat. Berikut hasil pengujian Power mesin saat menggunakan ECU Standart dapat dilihat pada Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10 di bawah.



Gambar 8. GRAFIK POWER MESIN



Gambar 9. GRAFIK TORSI MESIN

4 Gas Emission Analyzer	4 Gas Emission Analyzer
2021/12/06 PM 7:40 CAR NUMBER: 0000 CO : 0.01 % HC : 280 ppm CO2 : 7.3 % O2 : 19.54 % LAMBDA : 1.940 AFR : 28.5 FUEL : GASOLINE H/C : 1.8500 O/C : 0.0000	2021/12/06 PM 7:45 CAR NUMBER: 0000 CO : 0.02 % HC : 311 ppm CO2 : 8.3 % O2 : 9.36 % LAMBDA : 1.729 AFR : 25.4 FUEL : GASOLINE H/C : 1.8500 O/C : 0.0000
ECU STD 2 IDLE	ECU Standalone 2 Idle 2
(a) ECU Standart	(b) ECU Standalone berbasis Atmega 2560

Gambar 10. HASIL PENGUJIAN EMISI GAS BUANG

PEMBAHASAN

ECU Standalone (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. Selanjutnya menafsirkan data menggunakan peta kinerja multidimensi atau tabel pencarian, dan menyesuaikan aktuator mesin. Alat ini dapat mengendalikan aktuator sesuai mapping yang kita buat melalui software yang terhubung pada perangkat komputer. Hasil pembuatan ECU standalone berbasis Atmega 2560 dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah.



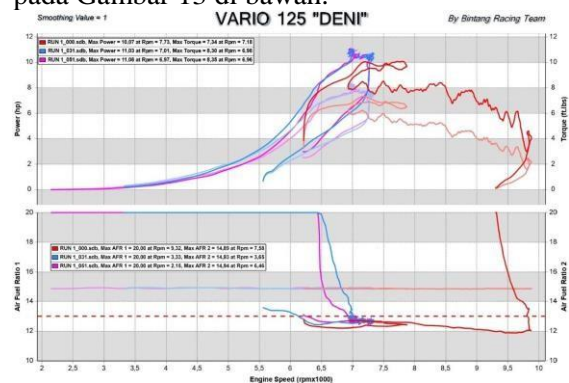
Gambar 11. ECU STANDALONE BERBASIS ATMEGA 2560

Pengujian Power Mesin yang dilakukan pada simulasi mengendarai kendaraan di jalan dengan menggunakan alat ukur *Dyno Test* untuk mengukur *power* mesin dengan memanfaatkan *inersia dynamometer* dapat di lihat pada Gambar 12 di bawah.



Gambar 12. PENGUJIAN POWER MESIN MENGGUNAKAN DYNO TEST

Dari hasil pengujian Gambar 2. Diperoleh data pengukuran *power* mesin menggunakan *Dyno Test* terhadap ECU standart dan ECU Standalone berbasis Atmega 2560 dapat dilihat pada Gambar 13 di bawah.



Gambar 13. PERBANDINGAN GRAFIK POWER MESIN SAAT MENGGUNAKAN ECU STANDART DAN ECU STANDALONE BERBASIS ATMEGA 2560

Dari hasil pengujian Gambar 13. terhadap *power* mesin dengan menggunakan ECU Standart pada grafik warna merah sebesar 10,07 Hp terjadi pada putaran engine 7730 rpm disebabkan campuran bahan bakar atau AFR yang masuk sebesar 13,0:1, sedangkan ECU Standalone berbasis Atmega 2560 pada grafik warna ungu sebesar 11,08 Hp terjadi pada putaran engine 6970 rpm disebabkan campuran bahan bakar atau AFR yang masuk sebesar 12,6:1.

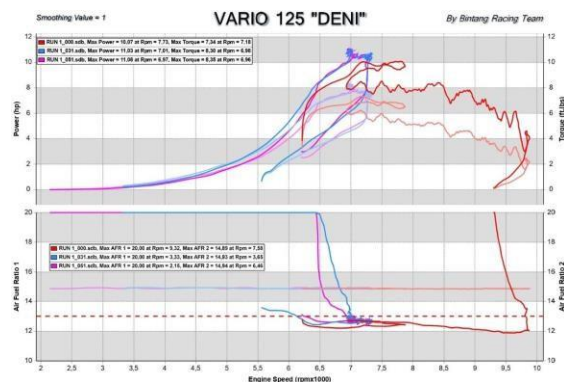
Pengujian torsi mesin sama halnya dengan pengujian *power* mesin yang dilakukan pada simulasi mengendarai kendaraan di jalan dengan

menggunakan alat ukur *Dyno Test* untuk mengukur torsi mesin dengan memanfaatkan *inersia dynamometer* dapat di lihat pada Gambar 14 di bawah.



Gambar 14. PENGUJIAN TORSI MESIN MENGGUNAKAN *DYNO TEST*

Dari hasil pengujian Gambar 14. Diperoleh data pengukuran torsi mesin menggunakan *Dyno Test* terhadap ECU standart dan ECU Standalone berbasis Atmega 2560 dapat dilihat pada Gambar 15 di bawah



Gambar 15. PERBANDINGAN GRAFIK TORSI MESIN SAAT MENGGUNAKAN ECU STANDART DAN ECU STANDALONE BERBASIS ATMEGA 2560

Dari hasil pengujian Gambar 5. terhadap power mesin dengan menggunakan ECU Standart pada grafik warna merah muda sebesar 7,34 *ft.lbs* atau 9,95 Nm terjadi pada putaran engine 7180 rpm disebabkan campuran bahan bakar atau AFR yang masuk sebesar 13,0:1, sedangkan ECU Standalone berbasis Atmega 2560 pada grafik warna ungu muda sebesar 8,35 *ft.lbs* atau 11,32 Nm terjadi pada putaran engine 6960 rpm disebabkan campuran bahan bakar atau AFR yang masuk sebesar 12,6:1.

Pengujian Perbandingan Emisi Gas Buang Pengujian emisi gas buang dengan menggunakan alat *gas analyzer* menggunakan bahan bakar *gasoline* sepeda motor Honda Vario 125 dengan putaran mesin 2500-3500 rpm selama 2-3 menit seperti di tunjukkan pada Tabel 1 dibawah.

Tabel 1. Hasil Pengujian Emisi Gas Buang

Senyawa Emisi Gas Buang	ECU Standart	ECU Standalone Berbasis Atmega 2560
CO (%)	0,02	0,01
HC (ppm)	311	280
CO ₂ (%)	8,3	7,3
O ₂ (%)	9,36	10,54
Lambda	1,729	1,940
AFR	25,4	28,5
Fuel	Gasoline	Gasoline

SIMPULAN

Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan ECU standart dan ECU standalone berbasis Atmega 2560 terhadap kinerja engine sepeda motor Honda Vario 125 seperti: terjadi kenaikan pada *power* mesin sebesar 1,01 Hp, dan Torsi mesin sebesar 1,37 Nm. Emisi gas buang yang dihasilkan seperti CO mengalami penurunan dari 0,02% menjadi 0,01%, O₂ mengalami penurunan dari 10,54% menjadi 9,36%, HC mengalami kenaikan dari 280 ppm menjadi 311 ppm, dan CO₂ mengalami kenaikan dari 7,3% menjadi 8,3%.

REFERENSI

- Benz, Carl (2001). *Lebensfahrt eines deutschen Erfinders : meine Erinnerungen / Karl Benz* (dalam bahasa Jerman). München: Koehler und Amelang. ISBN 3-7338-0302-7.
- Enginebasics.com. (n.d.). *How to tune Air Fuel A_F Ratio Values on EFI engines*. Retrieved from <https://www.enginebasics.com/EFI%20Tuning/AF%20Tuning.html>
- Hasyim, L. (2012). *Studi Pengaruh Penambahan Sistem Kontrol Injeksi, Rasio Kompresi dan Isolasi terhadap enaikan Efisiensi Mesin*

- Paijo Experiment*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Utama, A. (2014). *Perancangan Modul CDI untuk ECU Iquteche dan Komparisasi Unjuk Kerja Modul CDI dan TCI pada Sepeda Motor Hinda SupraX 125 Spesifikasi MP1*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Yuli, W. (2011). *Perancangan Engine Management system sapu angin I*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Yunas, M. (2012). *Aplikasi ECU Iquteche pada mesin roadrace 130c*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.