

## 2. STUDI LITERATUR

### 2.1 Sejarah Motor Honda Vario

Honda vario juga biasa dikenal dengan Honda click di beberapa negara di Asia Tenggara merupakan sebuah skuter dengan bertransmisi otomatis yang diproduksi oleh Astra Honda Motor di Indonesia sejak tahun 2006. Skuter ini dimaksudkan untuk mengantisipasi banyaknya populasi skuter otomatis yang beredar di pasar sepeda motor di Indonesia. Vario telah muncul dengan berbagai macam varian dengan kapasitas mesin mulai dari 110cc hingga 150 cc yang beredar di pasar Indonesia. Pada penelitian yang dilakukan ini menggunakan sepeda motor Honda vario 125 cc KZR.

Honda vario 125 KZR sering kali disebut sebagai vario 125 generasi pertama. Kode KZR merujuk pada seri pertama vario 125 yang dirilis oleh PT Astra Honda Motor (AHM) pada 5 maret 2012. Meski usia dari vario 125 KZR ini sudah lebih dari 10 tahun, motor ini masih diminati oleh banyak masyarakat karena sejumlah keunggulan yang dimiliki dari motor vario 125 KZR. Berikut ini merupakan keunggulan yang dimiliki dari motor vario 125 cc KZR

#### 1. Memiliki mesin yang kuat

Honda vario 125 KZR dikenal memiliki mesin yang kuat dan andal. Mesin ini mampu menghasilkan daya maksimum hingga 11,3 Ps pada 8500 RPM, sedikit lebih tinggi dibandingkan vario 125 generasi terbaru yang hanya mencapai 11,1 Ps. Mesin yang kuat ini tidak hanya memberikan performa yang baik tetapi juga ketahanan yang tinggi sehingga masih menjadi favorit banyak pengendara.

#### 2. Hemat bahan bakar

Salah satu keunggulan utama yang dimiliki dari vario 125 KZR merupakan efisiensi bahan bakar. Motor ini dapat mencapai konsumsi bahan bakar hingga 55,7 km/l. Hal ini sebagian besar disebabkan oleh bobot yang dimiliki dari motor ini yang hanya 109 kg saja. Lebih ringan dibandingkan dengan generasi terbaru vario 125 yang memiliki bobot 111 kg. Efisiensi bahan bakar ini membuatnya menjadi pilihan yang ekonomis bagi pengendara yang menggunakan motor ini sehari – hari.

### 3. Sparepart mudah ditemukan

Kemudahan dalam menemukan sparepart juga menjadi salah satu alasan mengapa vario 125 KZR tetap menjadi populer. AHM masih memproduksi berbagai komponen penting untuk kebutuhan dari motor ini, termasuk komponen mesin, sasis, body part, injeksi, maupun kelistrikan. Selain dari part yang disebutkan diatas pihak dari AHM tidak memproduksi stiker striping body. Dapat dilihat dari sumber yang ada pada gambar 2.1



Gambar 2. 1 Motor vario 125 cc yang digunakan pada penelitian ECU speeduino

Berdasarkan gambar 2.1 merupakan motor vario 125cc techno yang digunakan pada penelitian ECU speeduino.

#### 2.1.1 Generasi Motor Vario 125 cc

Motor honda vario 125 cc yang terjual di Indonesia memiliki 4 generasi dari tahun 2012 hingga pada tahun ini. Berikut ini beberapa generasi honda vario 125cc yang ada di Indonesia.

##### 1. Honda vario 125 FI ( 2012 – 2015 )

Berdasarkan tuntutan zaman, membuat honda terus mengembangkan produknya. Vario generasi ke 3 adanya perubahan mesin yang semula 110 cc menjadi 125 cc dan sudah menggunakan teknologi injeksi. Tidak sulit bagi honda dengan membuat motor injeksi, karena mesin yang digunakan di model ini adalah turunan dari pcx 125 cc yang sudah ada sebelumnya. Fitur unggulan di pcx pun diturunkan ke skutik yang mempunyai julukan “ Vario Wan Two Five (WTF) “ ini, diantaranya memiliki teknologi ACG Starter, panel speedometer memiliki kombinasi

analog dan digital dan juga addling start stop system. Desainya pun berubah menjadi lebih besar dan masih mempertahankan dual lampu depan yang menjadi ciri khas vario sejak pertama lahir. Dapat dilihat dari sumber yang ada pada gambar 2.2



Gambar 2. 2 Motor vario 125 cc KZR

Sumber : *Ketahui 4 generasi Honda Vario 125 di Indonesia*. (2023). Daya Adicipta Motora. <https://www.daya-motora.com/mobile/news/ketahui-4-generasi-honda-vario-125-di-indonesia>

## 2. New Honda Vario 125 ESP ( 2015 – 2018 )

Vario 125 pada generasi kedua ini tampil dengan desain yang lebih modern, lebih tajam dan lebih sporty. Lampu depannya lebih futuristik karena sudah menggunakan LED, selain itu juga menggunakan mesin baru 125cc ESP. Fiturnya selain menggunakan panel meter kombinasi analog dan digital juga tersedia dalam dua versi, diantaranya versi idling start stop system dan tanpa ISS. Dapat dilihat dari sumber yang ada pada gambar 2.3



Gambar 2. 3Motor Vario 125cc ESP

Sumber : *Ketahui 4 generasi Honda Vario 125 di Indonesia*. (2023). Daya Adicipta Motora. <https://www.daya-motora.com/mobile/news/ketahui-4-generasi-honda-vario-125-di-indonesia>

### 3. All New vario 125 ESP ( 2018 – 2021 )

Perubahan yang terdapat pada vario 125 generasi ketiga diantaranya panel meter yang sudah full LCD digital dengan beragam informasi yang ditampilkan menjadi lebih lengkap dan semakin memanjakan konsumennya. Desain yang lebih sporty terutama dibagian spakbor belakang menggantung ala motor sport dan juga penggunaan lampu serba LED baik lampu utama dibagian depan, lampu sein, DRL hingga lampu rem. Dapat dilihat dari sumber yang ada pada gambar 2.4



Gambar 2. 4Motor Vario 125cc ESP

Sumber : *Ketahui 4 generasi Honda Vario 125 di Indonesia*. (2023). Daya Adicipta Motora. <https://www.daya-motora.com/mobile/news/ketahui-4-generasi-honda-vario-125-di-indonesia>

### 4. Honda Vario 125 SP ( 2022 – hingga sekarang )

Honda vario 125 SP ini diluncurkan pada September 2022, honda vario 125 hadir dengan fitur yang lebih canggih dan modern. Beberapa fitur canggih yang biasanya diterapkan pada skutik premium kini dibenamkan pada satu – satunya produk skutik honda ini. Diantaranya panel meter full LCD digital, honda smartkey system dengan remote yang membuatnya semakin berkelas. Selain itu, USB socket charger yang menjadi fitur wajib di skutik masa kini

untuk mobilitas sehari – hari para penggunanya. Untuk membuatnya tampil sporty kini hadir dengan penggunaan wavy disc brake dan juga ban tapak yang lebih lebar serta desain velg baru yang lebih terlihat eye catching. Bahkan untuk varian tertinggi yaitu honda vario 125 SP hadir dengan pilihan warna yang eksklusif serta penggunaan warna velg burnt titanium yang menjadi trend terbaru dari produk honda. Dapat dilihat dari sumber yang ada pada gambar 2.5



Gambar 2. 5Motor Vario 125cc SP

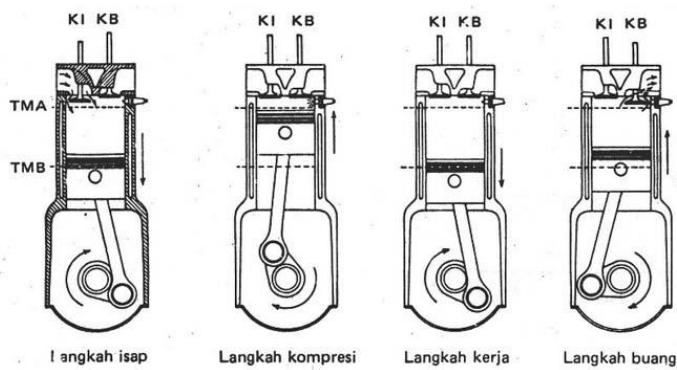
Sumber : *Ketahui 4 generasi Honda Vario 125 di Indonesia*. (2023). Daya Adicipta Motora. <https://www.daya-motora.com/mobile/news/ketahui-4-generasi-honda-vario-125-di-indonesia>

## 2.2 Motor Bakar

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak yang banyak digunakan dengan memanfaatkan energi kalor yang berasal dari proses pembakaran dan diubah menjadi energi mekanik. Proses pembakaran pada motor bakar menghasilkan gas pembakaran yang digunakan sebagai sumber tenaga mesin. Salah satu jenis motor bakar ialah mesin pembakaran dalam ( *internal combustion engine* ). Mesin pembakaran terbagi menjadi dua yaitu mesin dengan siklus 4 langkah dan 2 langkah. Pada penelitian ini menggunakan kendaraan jenis 4 langkah

## 2.3 Mesin 4 Langkah

Mesin 4 langkah merupakan mesin yang bekerja melalui 4 proses langkah naik turun piston untuk menghasilkan tenaga. Karena mesin tersebut membutuhkan 4 langkah kerja untuk sekali proses, 4 langkah tersebut meliputi langkah hisap, langkah kompresi, langkah tenaga dan langkah buang. Berikut ini merupakan penjelasan cara kerja dari mesin 4 langkah terdiri dari beberapa tahapan, sebagai berikut ini pada gambar 2.6



Gambar 2. 6 Mesin 4 Langkah

Sumber: *Mesin 4 tak* (2023). Otoinfo. <https://www.otoinfo.id/tag/cara-kerja-mesin-4-tak/>

### Langkah Pemasukan

Piston bergerak dari TMA ke TMB, posisi katub masuk terbuka dan katup keluar tertutup, mengakibatkan udara terhisap masuk ke dalam ruang bakar. Proses udara atau gas sebelum masuk ke ruang bakar dapat dilihat pada sistem pemasukan.

### Langkah Kompresi

Torak bergerak dari posisi TMB menuju TMA menekan campuran bahan bakar dan udara yang menimbulkan tekanan. Sedangkan katup masuk dan buang tertutup. Saat torak mendekati TMA, terjadi proses pembakaran campuran bahan bakar dan udara dengan bantuan percikan bunga api yang dikeluarkan oleh busi dengan dua ujung elektrodanya.

### Langkah Ekspansi

Hasil pembakaran campuran bahan bakar dan udara menimbulkan tekanan yang tinggi. Tekanan maksimum ini mampu mendorong piston bergerak ke bawah / TMB mengakibatkan tekanan maupun suhu gas pembakaran mulai berkurang. Gerakan torak ini diteruskan poros engkol yang berfungsi untuk memutar poros

### Langkah Pembuangan

Katup buang terbuka dan torak bergerak ke TMA mendorong gas sisa pembakaran keluar melalui katup buang.

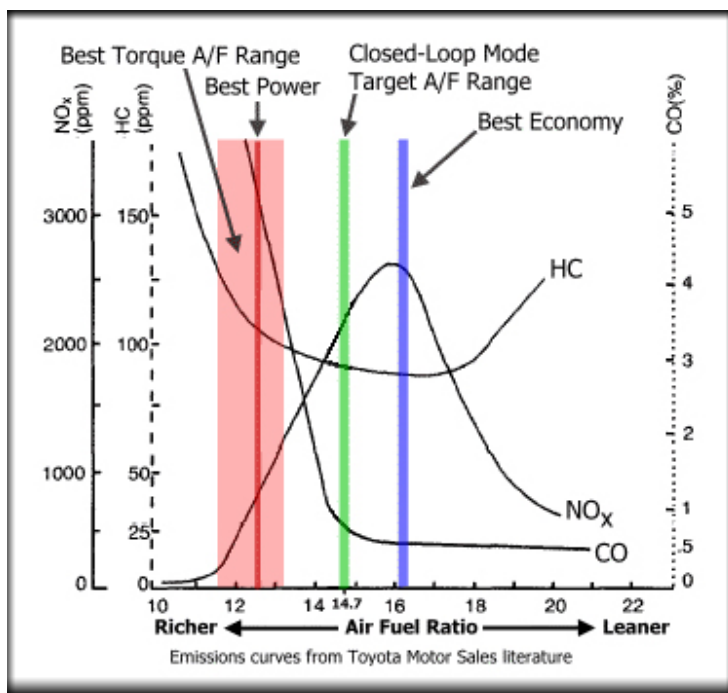
## 2.4 Proses Pembakaran

Pada mesin 4 langkah terjadi konversi energi dari energi panas ke energi mekanik yang berupa gerak *reciprocating* piston. Energi panas tersebut diperoleh dari pembakaran sejumlah bahan bakar yang telah bercampur dengan udara yang diawali oleh percikan bunga api dari busi (*spark plug*). Percikan pada bunga api pada busi terjadi saat campuran bahan bakar dan udara mencapai temperatur, dan tekanan tertentu sehingga akan terjadi proses pembakaran yang menghasilkan tenaga untuk mendorong torak bergerak bolak – balik. Proses pembakaran pada motor bensin terbagi menjadi dua, yaitu :

### 2.4.1 Pembakaran normal :

Proses ini terjadi apabila campuran antara bahan bakar dan udara yang mengalami proses pembakaran sesuai dengan timing pengapian yang tepat. Pembakaran normal dapat ditandai dengan nyala percikan bunga api menyebar secara merata sampai partikel bahan bakar terbakar habis pada saat proses penempatan atau pada akhir langkah kompresi. Keadaan tersebut membuat temperatur dan tekanan pada ruang bakar meningkat dan mengakibatkan piston terdorong ke TMB.

### 2.4.2 Pembakaran tidak normal :



Gambar 2. 7diagram AFR

Sumber : *Air fuel ratios*. (n.d.). EndTuning. <https://www.endtuning.com/afr.html>

Proses ini terjadi pada saat percikan bunga api pada proses pembakaran tidak menyebar dengan merata sehingga menimbulkan masalah atau kerusakan pada komponen di ruang bakar. Reaksi pembakaran tidak normal :  $2C + O_2 = 2CO$ . Reaksi tersebut disebabkan oleh frekuensi putar rendah, derajat isian tidak sempurna dan tekanan kompresi yang rendah, mengakibatkan pembakaran menjadi tidak sempurna. Perbandingan udara dan bahan bakar cenderung terlalu banyak / terlalu sedikit sehingga mengakibatkan proses pembakaran menjadi tidak optimal dan menghasilkan gas karbon monoksida. Beberapa gejala yang terjadi apabila pembakaran tidak normal, seperti terjadi detonasi dan knocking. Detonasi terjadi akibat kenaikan temperatur campuran bahan bakar dan udara yang belum terbakar. Hal ini menyebabkan bahan bakar dan udara menjadi terbakar terlebih dahulu sebelum busi memercik. Knocking merupakan gejala di mana terjadinya suara menggelitik pada mesin. Knocking disebabkan dari beberapa faktor, yaitu kompresi yang terlalu tinggi sehingga tekanan dan suhu ruang bakar meningkat, selain itu juga kualitas dari bahan bakar dengan oktan yang rendah, dan campuran bahan bakar yang sedikit akan terbakar terhambat sehingga terjadi knocking. Knocking yang terjadi pada mesin 4 langkah ini dapat mengakibatkan kerusakan komponen pada ruang bakar seperti piston dan *connecting rod* yang akan menyebabkan proses pembakaran menjadi terganggu.

## 2.5 Sistem Pembakaran EFI ( *Electronic Fuel Injection* )

Sistem suplai bahan bakar yaitu sistem yang bertugas untuk mensuplai bahan bakar ke ruang bakar agar sesuai dengan perbandingan yang ideal / tepat. Penginjeksian bahan bakar secara elektronik diatur oleh computer dengan jumlah bahan bakar yang dikontrol secara akurat sehingga menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih hemat, emisi gas buang yang lebih rendah, dan efisiensi yang meningkat. Perbandingan tersebut bertujuan untuk menghasilkan efisiensi konsumsi bahan bakar yang optimal pada kendaraan. Dalam kondisi standar perbandingan udara dan bahan bakar yang ideal yaitu sebesar 14,7:1, dimana 14,7 gram udara dicampur dengan 1 gram bahan bakar. Pada sistem bahan bakar konvensional menggunakan main jet yang berfungsi sebagai pengontrol perbandingan bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang pembakaran.

Jumlah campuran antara bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar memiliki jumlah yang berbeda – beda tergantung pada kondisi setiap kendaraan seperti pada saat kendaraan berakselerasi maupun terdapat penambahan beban. Teknologi pada sistem bahan bakar pada saat ini menggunakan sistem EFI ( *Electronic Fuel Injection* ). Sistem EFI merupakan

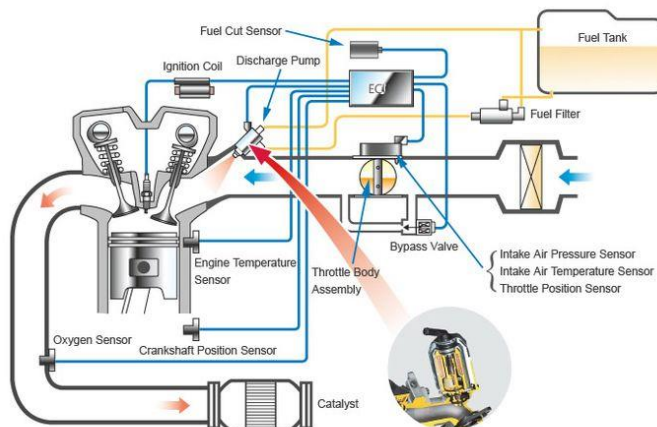
sistem yang mengatur campuran udara dan bahan bakar dan dikontrol secara elektronik. Pada teknologi sistem injeksi terdapat pengontrol yang berfungsi untuk mengatur kinerja dari masing – masing komponen / actuator.

Fleksibilitas kontrol yang dimiliki sistem elektronik terdapat beberapa fitur, yaitu pematian bahan bakar selama perlambatan, pengukuran bahan bakar yang tepat, pengayaan saat mesin dingin, pengaturan tekanan udara absolut (ketinggian), serta akselerasi dan beban penuh. Sistem injeksi memiliki kelebihan dalam meningkatkan efisiensi bahan bakar karena sistem penginjeksian terkontrol ke ruang pembakaran serta memungkinkan penyetelan yang sangat akurat dengan bantuan perangkat lunak dan elektronik. Prinsip pengkabutan pada sistem EFI dilakukan dengan bantuan dari injektor. Proses pengkabutan ini disebabkan oleh adanya tekanan dari pompa bahan bakar, ukuran lubang pada injektor, dan suplai bahan bakar dikontrol oleh ECU, berdasarkan kondisi mesin dengan bantuan berbagai sensor sistem injeksi.

Dengan sistem injeksi pengaturan pencampuran bahan bakar dan udara yang sangat halus karena bahan bakar yang disemprotkan pada udara yang mengalir akan memungkinkan proses pembakaran yang sempurna sehingga kadar emisi gas buang lebih rendah dan pemakaian bahan bakar menjadi lebih irit.

## 2.6 Sensor – Sensor Sistem EFI

Berikut ini merupakan gambaran mengenai sistem EFI, dapat dilihat pada sumber gambar 2.8 dibawah ini



Gambar 2. 8 Sistem EFI

Sumber : *Sistem injeksi motor Vario 125.* (2018). Vario Holic.  
<https://www.varioholic.org/vario-125/sistem-injeksi-motor-vario-125>

Dari perkembangan ilmu teknologi membuat sistem EFI semakin digemari masyarakat. Sebagai hasilnya, electronic control unit (ECU) programmable/racing telah muncul, dan ini dapat digunakan oleh masyarakat umum serta dalam balap sepeda motor injeksi untuk meningkatkan kinerja mesin. Sistem injeksi bahan bakar elektronik menggunakan pompa bahan bakar elektrik untuk memompa bahan bakar dari tangki ke injector. Selain itu, sensor mengirimkan sinyal input ke ECU berdasarkan kondisi mesin.

Sistem injeksi bahan bakar dikendalikan oleh ECU, yang mengirimkan perintah ke injector. Sistem bahan bakar sepeda motor berguna sebagai sumber bahan bakar, mengontrol jumlah campuran udara dan bahan bakar menuju ruang bakar dan menghilangkan kotoran (kontaminan) dan air dari bahan bakar. Suplai bahan bakar juga harus disesuaikan dengan kebutuhan mesin (berdasarkan jumlah beban kerja pada setiap putaran mesin). Campuran bahan bakar dan udara yang sesuai sangat penting karena menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna dan sebagai hasilnya kinerja yang lebih baik. Efisiensi dan efektivitas bahan bakar meningkat karena sistem bahan bakar yang diinjeksi bekerja secara optimal dalam hal pencampuran bahan bakar dan udara.

ECU adalah bagian penting dari sistem injeksi bahan bakar karena sering bertanggung jawab untuk mengoptimalkan kinerja mesin kendaraan. Dalam hal pengontrolan aliran bahan bakar, ECU ini berfungsi sebagai pengontrol waktu pengapian/ignition timing controller (IGT) atau pengontrol durasi injeksi/injection duration controller (ID). ECU programmable ini dapat diatur dalam pengaturan normal/standar atau dalam mode performa (pengaturan balap atau pengaturan kencang) karena penyetelan ID, IGT, dan injeksi bahan bakar semuanya digunakan untuk mencapai tingkat kontrol ini. ECU programmable dapat diprogram dalam mode normal dan performa. Karenanya, studi lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi dampak penyesuaian pengaturan ECU terhadap kinerja mesin bensin empat langkah.

Sistem electronic fuel injection menggunakan berbagai sensor dalam mendeteksi kondisi mesin sesuai dengan kondisi mesin pada kendaraan. Sensor pada sistem EFI berfungsi untuk mendeteksi kondisi mesin melalui sinyal – sinyal yang dikontrol ECU untuk mengatur sistem bahan bakar dan sistem pengapian. Sensor – sensor pada sistem EFI ini juga bekerja sama dengan ECU ( *Engine Control Unit* ) untuk memastikan mesin berjalan dengan efisien, hemat bahan bakar, serta ramah lingkungan. Berikut ini beberapa sensor pendukung pada sistem EFI, antara lain.

### 2.6.1 IAT ( *Intake Air Temperatur* )

Sensor IAT ini berfungsi untuk mendeteksi suhu udara dan memberi masukan ke ECU mengenai kondisi temperatur udara yang masuk melewati *throttle body*. Dari suhu udara yang masuk, ECU akan mengontrol jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menyesuaikan dengan temperature udara. Sensor IAT pada sepeda motor memiliki fungsi, berikut ini merupakan penjelasan dari fungsi sensor IAT pada sepeda motor:

1. Mengukur suhu udara masuk : Sensor IAT mendeteksi suhu udara yang masuk ke mesin, kemudian dikirimkan ke ECU ( *Elektonic Control Unit* ). Suhu udara ini dapat mempengaruhi kepadatan udara yang masuk ke mesin dan dengan demikian mempengaruhi jumlah oksigen yang tersedia untuk pembakaran
2. Menyesuaikan campuran bahan bakar dan udara : Berdasarkan suhu udara yang terdeteksi oleh sensor IAT, ECU akan mengatur jumlah bahan bakar yang disuntikan keruang bakar. Pada suhu udara yang lebih dingin, lebih banyak oksigen yang tersedia, sehingga ECU dapat menyesuaikan campuran bahan bakar dan udara agar pembakaran lebih efisien
3. Mengoptimalkan performa mesin : Dengan mengetahui suhu udara, ECU dapat mengatur waktu pengapian dan rasio bahan bakar dengan lebih tepat. Hal ini dapat memungkinkan mesin untuk bekerja lebih responsif, lebih efisien, dan dapat mengurangi emisi gas buang
4. Meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar : Sensor IAT membantu memastikan bahwa mesin mendapatkan campuran bahan bakar yang sesuai dengan kondisi suhu udara, sehingga bisa mengoptimalkan pembakaran dan mengurangi konsumsi bahan bakar yang tidak efisien

Sensor IAT pada motor juga memiliki jangka waktu pemakaian, dimana sensor IAT ini dapat sewaktu – waktu mengalami kerusakan. Berikut ini merupakan tanda – tanda sensor IAT mengalami kerusakan :

1. Performa mesin menurun : Mesin sepeda motor bisa terasa kurang bertenaga atau tidak responsif, terutama pada saat akselerasi atau dalam kondisi start dari posisi berhenti
2. Konsumsi bahan bakar tidak efisien : Mesin mungkin menjadi lebih boros bahan bakar karena ECU tidak mendapatkan informasi tentang suhu udara, sehingga ratio campuran udara dan bahan bakar menjadi tidak optimal
3. Kesulitan menyalakan mesin : Pada beberapa kasus, mesin bisa susah dihidupkan karena campuran bahan bakar dan udara yang tidak sesuai akibat sensor IAT rusak

4. Lampu indicator *Check Engine* menyala : Sensor IAT bermasalah sering kali memicu lampu *Check Engine* pada speedometer. Hal ini terjadi karena ECU mendeteksi adanya masalah dengan sensor atau data yang diterima dari sensor tersebut.

Sensor EFI pada motor injeksi memiliki cara kerjanya masing – masing, Berikut ini merupakan prinsip kerja dan proses kerja dari sensor IAT pada motor injeksi :

- Prinsip kerja
  - Sensor IAT biasanya bekerja berdasarkan perubahan resistansi akibat suhu udara yang masuk
- Proses kerja
  1. Pengukuran suhu :
    - Ketika udara mengalir melalui saluran intake, sensor IAT mendeteksi suhu udara tersebut
    - Thermistor dalam sensor merespon perubahan suhu udara dengan mengubah nilai resistansinya
  2. Pengiriman data ke ECU
    - Signal dikirimkan ke ECU untuk dianalisis
    - ECU menggunakan data suhu udara bersama dengan data dari sensor lainnya ( seperti MAP atau MAF ) untuk menghitung massa udara yang masuk

#### **2.6.2 TPS ( *Throttle Position Sensor* )**

Sensor posisi ini letaknya terpasang di bagian *throttle body* dengan prinsip kerja merubah sudut pembukaan *throttle* menjadi sinyal tegangan ke ECU untuk menghentikan aliran bahan bakar dan suplai bahan bakar. Selain itu juga berfungsi untuk mendeteksi besarnya putaran *throttle* untuk mengatur waktu pengapian. Dengan kata lain, sensor TPS dapat membantu ECU untuk menyesuaikan bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar berdasarkan seberapa besar katub gas dibuka. Sensor TPS pada motor ini memiliki fungsi, berikut ini merupakan penjelasan dari fungsi sensor TPS :

1. Mengatur posisi katub gas ( *throttle* ) : Sensor TPS mendeteksi seberapa besar *throttle* ( katub gas ) yang dibuka oleh pengendara, yang berkaitan langsung dengan kecepatan dan tenaga yang dibutuhkan
2. Menyesuaikan bahan bakar dan udara : Dengan informasi yang didapatkan dari TPS, ECU dapat mengatur jumlah bahan bakar yang disemprotkan ke ruang bakar agar sesuai dengan posisi *throttle*. Hal ini penting untuk memastikan mesin beroperasi dengan efisien

3. Meningkatkan respon mesin : Sensor TPS juga membantu ECU untuk menyesuaikan waktu pengapian sesuai dengan posisi *throttle*. Hal ini akan meningkatkan respons mesin, terutama pada saat melakukan akselerasi atau deselerasi
4. Mengatur *idle* ( Putaran Mesin Kosong ) : Sensor TPS juga berperan dalam pengaturan putaran mesin saat *idle* ( tidak ada akselerasi ), memastikan mesin tetap berjalan stabil ketika tidak ada tekanan pada *throttle*.

Sensor TPS pada motor juga memiliki jangka waktu pemakaian, dimana sensor TPS ini dapat sewaktu – waktu mengalami kerusakan. Berikut ini merupakan tanda – tanda sensor TPS mengalami kerusakan :

1. Mesin brebet : Mesin tidak berjalan mulus dan bisa tersendat – sendat atau mengalami penurunan performa, terutama pada saat akselerasi
2. Putaran mesin tidak stabil : Mesin bisa mengalami *idle* yang tidak stabil atau sering mati saat berhenti
3. Konsumsi bahan bakar tidak efisien : Mesin mungkin menggunakan bahan bakar lebih banyak dari biasanya karena ECU tidak dapat mengatur campuran bahan bakar dan udara dengan tepat
4. Lampu indikator “ *Check Engine* ” menyala : Jika sensor TPS menyala, ECU akan mendeteksinya dan menyalakan lampu indikator pada speedometer motor tersebut.

Sensor EFI pada motor injeksi memiliki cara kerjanya masing – masing, Berikut ini merupakan prinsip kerja dan proses kerja dari sensor TPS pada motor injeksi :

- Prinsip kerja
  - Sensor TPS biasanya menggunakan potensiometer, yang terdiri dari resistor variabel
  - Saat *throttle* dibuka atau ditutup, posisi slider pada potensiometer berubah, yang mengubah nilai resistansinya
  - Perubahan resistansi ini menghasilkan perubahan signal tegangan yang dikirim ke ECU
- Proses kerja
  - Saat *throttle* digerakan, proses *throttle* terhubung ke sensor TPS sehingga perubahan posisi *throttle* mengubah posisi sensor
  - Potensiometer didalam sensor menghasilkan tegangan yang sesuai dengan posisi *throttle*

### 2.6.3 CKP ( *Crankshaft Position Sensor* )

Sensor CKP ini terletak di bagian blok mesin samping poros engkol digunakan untuk mendeteksi letak posisi poros engkol. Sensor CKP memberi masukan ke ECU terhadap posisi dan kecepatan putaran mesin, semakin tinggi putaran mesin akan membutuhkan pembukaan injektor yang lebih cepat. Sensor ini berfungsi untuk menandakan saat penginjeksian berlangsung dan menentukan saat pengapian terjadi. Sensor CKP pada motor ini memiliki fungsi, berikut ini merupakan fungsi dari CKP :

1. Pengaturan waktu pengapian : sensor CKP mengirimkan informasi ke ECU mengenai posisi poros engkol yang digunakan untuk mengatur waktu pengapian busi.
2. Deteksi kerusakan dari mesin : sensor ini juga dapat mendeteksi adanya masalah pada putaran mesin, seperti *misfire* ( penyalan tidak sempurna )
3. Kontrol RPM : CKP sensor membantu dalam pengaturan *idle speed* atau putaran mesin saat diam

Sensor CKP pada motor juga memiliki jangka waktu pemakaian, dimana sensor CKP ini dapat sewaktu – waktu mengalami kerusakan. Berikut ini merupakan tanda – tanda sensor CKP mengalami kerusakan :

1. Mesin motor susah menyala atau bahkan tidak bisa menyala sama sekali
2. Lampu *Check Engine* menyala
3. Mesin motor mengalami brebet atau mogok, terutama pada saat gas dipelintir
4. Idling mesin motor kasar atau RPM tidak stabil

Sensor EFI pada motor injeksi memiliki cara kerjanya masing – masing, Berikut ini merupakan prinsip kerja dan proses kerja dari sensor CKP pada motor injeksi :

- Prinsip Kerja
  - Sensor ini bekerja dengan mendeteksi perubahan medan magnet yang dihasilkan oleh roda gila ( *flywheel* ) atau roda pemutar yang memiliki gigi atau tonjolan
- Proses Kerja
  - *Flywheel* memiliki tonjolan atau gigi yang melewati sensor CKP
  - Setiap kali gigi melewati sensor, medan magnet akan berubah
  -

#### 2.6.4 ECT ( *Engine Coolant Temperature* )

ECT merupakan sensor pendingin pada mesin yang berfungsi untuk memberikan sinyal – sinyal kepada kipas radiator ketika mesin kendaraan sudah mulai panas. Hal ini dapat mencegah terjadi *overheat* pada mesin kendaraan. Sensor EFI pada motor injeksi memiliki cara kerjanya masing – masing, Berikut ini merupakan prinsip kerja dan proses kerja dari sensor CKP pada motor injeksi :

- Prinsip Kerja
  - Sensor ECT umumnya menggunakan thermistor dengan koefisien suhu negatif ( NTC )
  - NTC ( Negative Temperature Coefficient ) berarti resistansi sensor akan menurun seiring dengan meningkatnya suhu cairan pendingin
- Proses kerja
  - Sensor ECT dipasang di saluran cairan pendingin atau blok mesin
  - Ketika mesin bekerja cairan pendingin menyerap panas dari mesin, dan sensor ECT mendeteksi suhu cairan pendingin.

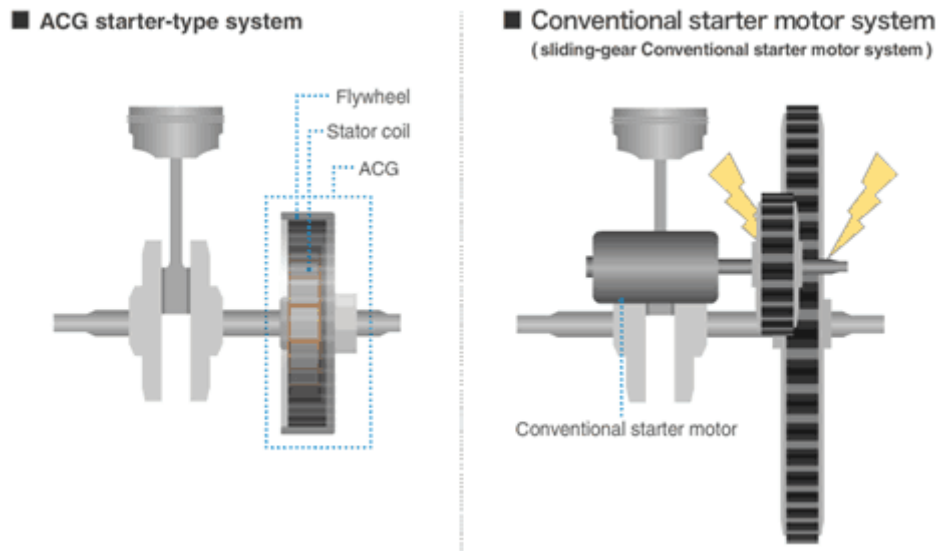
#### 2.6.5 Pengertian ACG Starter

Alternating Current generator (ACG) merupakan alat untuk menghasilkan listrik dengan arus bolak – balik (AC). Sehingga keduanya dikombinasikan menjadi ACG starter. Teknologi ACG starter pada awalnya sempat diaplikasikan pada motor pcx 125, namun kini teknologi ini dapat ditemukan juga pada Honda vario techno 125 ISS. Pada dasarnya, teknologi ACG starter yang terdapat pada motor Honda merupakan kombinasi dari teknologi ISS (Idling Stop System). Perbedaannya, jika teknologi ISS bekerja untuk mematikan mesin motor dan mengurangi konsumsi BBM yang terbuang secara percuma, ACG starter justru bekerja untuk merawat mesin motor karena fiturnya yang mampu menyalakan mesin dengan lebih halus

#### 2.6.6 Cara Kerja ACG Starter

Ketika mesin dinyalakan, arus listrik akan mengalir melalui *stator* yang berlaku sebagai magnet listrik (elektromagnet). Stator tersebut pada dasarnya memiliki prinsip kerja yang hampir sama dengan alternator, hanya saja lebih mengandalkan mekanisme antar magnet. Sebagai contoh, pada Honda vario techno 125 terdapat 12 kutub magnet permanen dan 18 kumparan yang terdiri dari kutub magnet yang remanen (tidak tetap). Kumparan – kumparan tersebut masih dibagi lagi menjadi 3 hal. Pada penelitian ini yang digunakan pada honda vario 125cc ini memiliki ACG sehingga pada piggyback speeduino tidak perlu menggunakan Variable

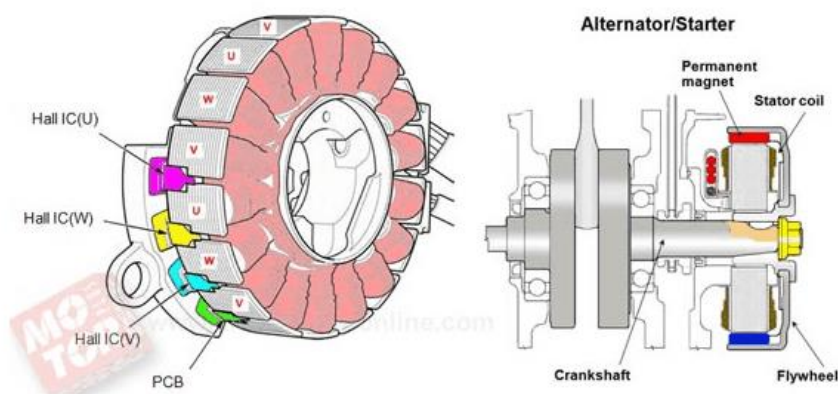
Reluctance conditioner ( VR Conditiner ), karena fungsi dari VR conditioner untuk mengubah signal dari crank posisi sensor yang diubah merupakan bentuk signal analog menjadi digital. Pada motor vario 125cc ini memiliki stator dengan prinsip kerja yang hampir sama dengan alternator, hanya saja lebih mengandalkan mekanisme antar magnet. Berikut ini merupakan detail gambar dari sistem ACG dapat dilihat pada sumber gambar 2.9 mengenai perbedaan sistem ACG dan sistem konvensional.



Gambar 2. 9 Perbedaan sistem ACG dan konvensional

Sumber : *Teknologi ACG starter pada motor Honda*. (2017). Honda Cengkareng.

<https://www.hondacengkareng.com/teknologi-acg-starter-motor-honda/>



Gambar 2. 10 Sistem ACG

Sumber : *Teknologi ACG starter pada motor Honda*. (2017). Honda Cengkareng.  
<https://www.hondacengkareng.com/teknologi-acg-starter-motor-honda/>

Pada saat mesin dinyalakan, maka secara otomatis arus listrik akan langsung dialirkan ke FET circuit yang terdapat pada electronic control modul ( ECM ) yang kemudian dibagi secara merata ke dalam 3 hal tersebut. Selanjutnya, *stator* yang telah menjadi elektromagnet akan bertemu dengan magnet *flywheel*. Pertemuan antara kedua magnet inilah yang menyebabkan *flywheel* bergerak, sebelum akhirnya menggerakkan piston yang terhubung langsung untuk menyalakan mesin motor. Selanjutnya, setelah motor dalam kondisi berjalan, maka secara otomatis ECU akan memutus tegangan listrik ke *stator* dan beralih fungsi menjadi generator AC.

Generator ini nantinya akan mengubah arus listrik menjadi DC ( searah ) untuk mengisi baterai ( ACCU ) dan mendukung kinerja ACG starter pada penggunaan berikutnya. Secara logika, karena gesekan yang terjadi adalah berasal dari pertemuan antara dua magnet, maka dapat dipastikan tidak akan ada lagi suara berisik akibat gesekan antar gir yang terjadi ketika anda mulai menyalakan mesin motor ( seperti pada *sliding - gear starter – type sistem* ). Anda hanya akan merasakan mesin motor anda menyala seketika dengan bunyi yang sangat halus (diminimalisasi)

### **2.6.7 Coolant Temperature Sensor**

*Coolant temperature sensor* ini berfungsi untuk mendeteksi suhu mesin dan memberi masukan ke ECU mengenai kondisi mesin. Suhu dari mesin digunakan untuk ECU mengkoreksi banyaknya semprotan bahan bakar sesuai dengan kondisi mesin. Apabila temperatur mesin dalam kondisi rendah maka penguapan bahan bakar juga rendah sehingga diperlukan penambahan suplai bahan bakar.

### **2.7 ECU (Electronic Control Unit)**

*Electronic control unit* atau istilah lainnya *electronic control modul* merupakan suatu komponen pada sistem injeksi yang bertugas untuk mengatur kerja dari aktuator berdasarkan masukan dari beberapa sensor seperti yang telah dibahas sebelumnya. Kontrol mesin dengan jenis unit kontrol elektronik berfungsi mengontrol berbagai aktuator pada sistem injeksi untuk memastikan kinerja mesin menjadi optimal dengan membaca nilai dari banyak sensor pada mesin, menafsirkan data, dan menggunakan peta kinerja, dan menyesuaikan aktuator sesuai dari output dari sensor. Pada umumnya sensor dari sistem injeksi bekerja pada tegangan antara

0 – 5 volt selanjutnya ECU mengolah sinyal tersebut untuk menghitung dan menentukan waktu dan lamanya injektor menyemprotkan bahan bakar.

*Electronic control unit* atau biasa disebut dengan ECU merupakan mikrokontroler yang bekerja dalam mengolah data input dari masing – masing sensor kemudian mengolahnya untuk disesuaikan dengan kebutuhan pada mesin. Tugas ECU dalam mengolah data sistem injeksi melalui sinyal – sinyal yang dideteksi oleh sensor – sensor, kemudian sinyal tersebut akan diproses oleh ECU dan diteruskan ke aktuator untuk melakukan kerja. ECU akan menerima informasi sinyal – sinyal tersebut untuk menentukan jumlah bahan bakar yang harus disemprotkan oleh injektor setiap kondisi mesin sehingga campuran bahan bakar yang diterima dapat mendekati campuran yang paling ideal.

### **2.7.1 ECU standar**

Sebuah sepeda motor yang diproduksi oleh pabrikan dengan ecu standar sebenarnya memiliki potensi tersembunyi sehingga tenaga yang keluar dari mesin tidak 100 % melainkan hanya mengeluarkan tenaga sebesar 70 – 80 % saja. Re-maping dapat dilakukan secara menyeluruh atau hanya perbagian sampai detail setiap 250 rpm atau tergantung dari fitur ECU standalone yang akan digunakan. Perubahan mapping pada ECU untuk mengoreksi banyaknya bahan bakar dan waktu pengapian akan menghasilkan karakter mesin yang sesuai dengan tujuan penggunaan. Untuk menghindari kerusakan pada mesin akibat katup terlambat kembali setelah membuka ( floating ) pada saat putaran mesin terlalu tinggi maka ecu standalone dapat diatur dengan memberikan limit putaran dengan menghentikan lentikan bunga api atau penghentian sementara bahan bakar yang diinjeksikan ( fuel cut ).

Pada sepeda motor durasi penyemprotan bahan bakar telah ditentukan oleh *engine control unit* ( ECM ) berdasarkan masukan sensor – sensor yang telah terintegrasi. Oleh karena itu pasokan bahan bakar dan udara tidak bisa diatur secara manual seperti halnya pada sepeda motor dengan sistem pengkabutan secara konvensional. Dengan demikian apabila ingin melakukan modifikasi pada sektor mesin akan menyebabkan kepincangan pada mesin karena modifikator tidak bisa melakukan pemetaan ulang injeksi bahan bakar. Masalah ini tentu akan menyulitkan bagi mereka yang gemar memodifikasi sepeda motornya pada sektor mesin.

ECU standar yang dimiliki oleh kendaraan ini berfungsi untuk mengatur kinerja aktuator melalui sinyal – sinyal yang diberikan oleh sensor pada sistem injeksi sesuai standarnya. Sistem ini dapat menghasilkan perbandingan bahan bakar dan udara lebih optimal dengan didukung oleh microprocessor berfungsi mengatur volume injeksi yang dideteksi oleh bermacam – macam

sensor sehingga dapat menurunkan konsumsi bahan bakar dan mengurangi emisi gas buang. Pada sepeda motor vario 125cc, ECU berhubungan langsung dengan sistem EFI (*Elektronic Fuel Injection*) untuk mengatur penginjeksian bahan bakar, pengapian, serta berbagai parameter lainnya. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai fungsi dari ECU pada sepeda motor vario 125cc:

1. Pengaturan injeksi bahan bakar : ECU mengatur jumlah bahan bakar yang disuntikan ke ruang bakar berdasarkan data yang diterima dari sensor – sensor, seperti TPS, MAP, dan O2 ( Oxygen ) sensor. ECU mengontrol injektor untuk memastikan rasio udara dan bahan bakar tepat guna menghasilkan pembakaran yang efisien
2. Pengaturan waktu pengapian : ECU mengontrol timing pengapian untuk memastikan pembakaran yang optimal. Hal ini penting untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar dan mengurangi emisi gas buang. ECU akan menyesuaikan waktu pengapian berdasarkan informasi yang diterima dari sensor posisi kruk as ( CPS ) dan sensor posisi chamsaft (CMP).
3. Mengontrol *idle speed* ( putaran mesin saat *idle* ) : ECU berfungsi untuk mengatur kecepatan mesin saat idle ( menganggur ) berdasarkan data suhu mesin ( CTS ) dan kondisi beban mesin. Jika suhu mesin masih dingin, ECU akan memberikan sedikit lebih banyak bahan bakar untuk menjaga mesin tetap hidup dan stabil.
4. Mendeteksi dan mengatasi masalah : ECU juga dapat berfungsi untuk mendeteksi adanya masalah atau kerusakan pada sistem mesin. Jika salah satu sensor memberikan data yang tidak normal atau jika sistem injeksi tidak berfungsi dengan baik, ECU akan memberikan kode kesalahan ( *trouble code* ) yang dapat dibaca dengan alat diagnostic ( *OBD Scanner* )
5. Penghematan bahan bakar : Salah satu fungsi utama yang dimiliki dari ECU pada sepeda motor modern seperti pada sepeda motor vario 125cc KZR adalah untuk memastikan pengendalian bahan bakar yang efisien. Dengan mengatur injeksi bahan bakar secara cermat, ECU membantu memaksimalkan efisiensi bahan bakar, yang penting untuk kendaraan yang sering digunakan di kota seperti vario 125cc.
6. Keamanan dan pengendalian : ECU juga memiliki peran dalam mengatur fitur – fitur keselamatan, seperti proteksi terhadap mesin dari overheating atau jika ada masalah dengan sistem pengapian atau bahan bakar. Dalam beberapa model, ECU juga bisa memiliki fitur untuk mencegah pengoprasian mesin jika ada masalah yang terdeteksi.



Gambar 2. 11 ECU standar honda vario 125cc

Sumber : *Engine control unit Honda Vario 125 FI.* (2024). Honda Cengkareng.  
<https://www.hondacengkareng.com/produk/engine-control-unit-vario-125-cbs-iss-30400kzrb31/>

### 2.7.2 ECU Speeduino

Speeduino menggunakan perangkat lunak yaitu tunerstudio terkemuka di industri untuk penyetelan dan konfigurasi. Melalui penggunaan tuner studio, speeduino juga dapat mencatat data dan dapat memutarnya kembali melalui aplikasi megalog viewer, memungkinkan sarana yang ampuh untuk meninjau, menganalisis, dan meningkatkan setiap aspek yang akan dilakukan penyettingan. Speeduino ini merupakan basic dari arduino yang dimana berisi prosesor, memori, dan penyimpanan. Arduino mega 2560 ini yang menjadi basic dari ecu speeduino. Jenis ECU speeduino yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan ECU speeduino NO2C. ECU speeduino dengan NO2c ini dapat digunakan untuk jenis mesin 1 silinder sampai dengan maksimal 4 silinder. ECU speeduino NO2c ini memiliki 2 mapping yang dapat disetting secara berbeda.

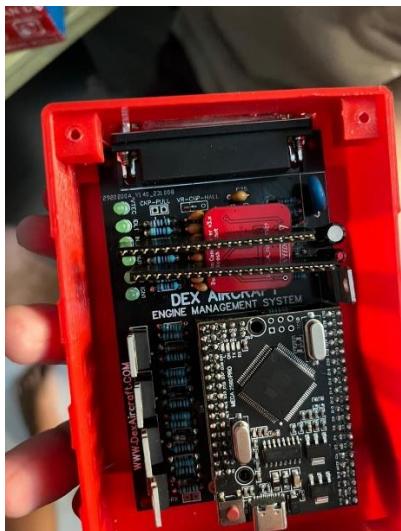
Trigger setup adalah salah satu input yang paling penting untuk ECU. ECU dapat membaca posisi crankshaft posisi piston sehingga dapat membaca rpm. Trigger angel adalah offside untuk mensinkronkan ignition sebagai contoh ignition Onya di ECU itu sama dengan Onya pulley kalau bisa diliat di garisnya timing light. Intake Air Time ( IAT ) Density correction berguna untuk mengkoreksi jika udara yang masuk ke mesinnya panas dia otomatis mengurangi bahan bakar. Berikut ini merupakan beberapa bagian yang dapat melakukan penyetelan ECU speeduino :

1. AFR / O2 ( oksigen sensor ) : 1 Nerro band, ini biasa digunakan kendaraan standart seperti jenis mesin N/A. bisa baca lean atau rich tidak bisa memberikan angka seberapa lean atau

seberapa rich , 2 wide band dia bisa baca lean atau rich dan dapat memberikan angka seberapa lean dan seberapa richnya

Correction berguna untuk mengkoreksi, dimana kita mempunyai AFR target punya VE table pada saat tuning

2. Limiter : berupa limiter
  - Soft rev limit : sebelum memasuki hardware. Contohnya, pada saat *disetting* 6900 maka, timing dimundurkan menjadi 5 derajat
  - Soft limit absolute timing
  - Soft limit max time
  - Hard rev limit : dia yang kasarnya, berfungsi untuk mematikan bensin dan *ignition*
3. Flex fuel : memasang sensor kembali sehingga kita dapat membaca kadar ethanol pada bahan bakar
4. VE table : seberapa banyak bensin yang dapat dimasukkan kedalam mesin VE ini satuan volumematrix evisensi, di bagaian bawah terdapat rpm dibagian kiri terdapat fuel load atau kpa ini merupakan vacuum dari mesin. Jika angka berada di bawah 96, maka mesin vacuum. Pada angka di atas 96, mesin masuk keadaan boost apabila N/A hanya sampai 110 dan pada keadaan *idle* sekitar 60. Semakin tinggi nilainya semakin banyak bensin yang dimasukkan.
5. Ignition table : ignition ini merupakan pengapian, pada saat berapa derajat busi mati



Gambar 2. 12 ECU speeduino

## 2.8 Parameter Performa Mesin

Dalam meningkatkan performa mesin sebuah kendaraan perlu untuk memperhatikan beberapa aspek yang digunakan sebagai acuan untuk mengoptimalkan kinerja dari mesin

sebuah kendaraan. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi performa mesin, antara lain diameter silinder dan langkah torak, volume silinder, perbandingan kompresi, dan efisiensi volumetric atau perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap kedalam sebuah silinder. Penelitian yang akan dilakukan merupakan penggunaan ECU speeduino terhadap performa mesin yang akan diteliti perbedaan dari torsi dan daya mesin.

### 2.8.1 Torsi

Torsi merupakan ukuran kemampuan dari suatu mesin untuk melakukan kerja. Dalam perumusan dari torsi yaitu jika suatu benda berputar dan memiliki besar gaya sentrifugal (F), benda berputar pada porosnya dengan jari – jari (B). Besarnya torsi yang dihasilkan dari sebuah mesin dipengaruhi beberapa faktor, antara lain panjang langkah dan ratio gigi, semakin panjang langkah piston maka akan menghasilkan torsi yang semakin besar. Berikut ini merupakan rumus untuk menghitung torsi, yaitu :

$$T = F \times b \text{ (Nm)}$$

Dengan  $T =$  Torsi benda berputar ( Nm)

$F =$  Gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

$B =$  Jarak benda ke pusat rotasi (m)

### 2.8.2 Daya

Daya motor merupakan besarnya kerja motor selama waktu tertentu. Besarnya daya dari suatu mesin dipengaruhi oleh kecepatan mesin dan besarnya momen/torsi. Untuk mengetahui daya mesin, sebelumnya harus diketahui terlebih dahulu besarnya torsi pada sepeda motor. Dalam pengukuran torsi mesin dilakukan dengan menggunakan dinamometer. Berikut ini merupakan rumus untuk menghitung daya, yaitu :

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)}$$

Dimana :

$P =$  Daya (kW)

$n =$  Putaran mesin (rpm)

$T =$  Tosi (Nm)

## 2.9 Dinamometer

Dinamometer merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengetahui performa yang dihasilkan dari sebuah mesin kendaraan. Tujuan dari pengetesan dengan alat dinamometer yaitu untuk mendapatkan nilai torsi (Nm) dan daya (Hp) yang dihasilkan dari mesin pada rpm tertentu. Prinsip kerja dari alat dinamometer yaitu dengan memberi beban yang berlawanan terhadap arah putaran sampai putaran mendekati (0) rpm, beban ini nilainya sama dengan torsi poros. Pada penelitian ini yang digunakan merupakan mesin dinamometer dengan merk sportdyno, dimana pada mesin ini memiliki ketelitian kurang lebih sebesar 4- 5 % dari hasil pada proses dyno. Pada mesin dyno ini memiliki fungsi, berikut ini merupakan penjelasan mengenai fungsi dan manfaat dari mesin dyno ini :

1. Pengukuran performa : Mesin dyno dapat membantu mengukur torsi dan daya yang dihasilkan oleh mesin atau kendaraan, memberikan data objektif yang lebih akurat dibandingkan dengan pengukuran berbasis intuisi atau perkiraan
2. Tuning mesin : Mesin dyno biasa digunakan oleh *tuner* untuk menyesuaikan pengaturan mesin ( seperti pengaturan injeksi bahan bakar, timing, pengapian, dan rasio udara – bahan bakar ) untuk meningkatkan performa mesin. Dengan data yang diperoleh dari dyno, sehingga tuner dapat membuat perubahan yang lebih terukur.
3. Pengembangan produk : Produsen kendaraan dan komponen sering menggunakan dyno untuk mengembangkan dan menguji produk baru. Contohnya, untuk menguji apakah modifikasi tertentu pada mesin ( seperti sistem exhaust atau filter udara ) dapat meningkatkan performa.
4. Pemantauan kesehatan mesin : Mesin dyno juga dapat digunakan memantau kesehatan mesin dan mendeteksi masalah. Misalnya, jika torsi atau daya mesin lebih rendah dari yang diharapkan, hal ini bisa menjadi indikasi adanya masalah pada komponen mesin atau sistem pengapian.



Gambar 2. 13 Dinamometer