

## PERBEDAAN PENGGUNAAN VARIABEL RESISTOR 5K SEBAGAI PENGANTI TPS TERHADAP PERUBAHAN RPM DAN EMISI GAS BUANG HC PADA HONDA VARIO 125 PGM-FI

Yoki Setiawan, Imam Muda Nauri, Fuad Indra Kusuma, Erwin Komara Mindarta  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang (UM)

Jl. Semarang 5, Malang (65145)

*E-mail:* yokiset97@gmail.com;

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi dan menguji produk yang dihasilkan dalam penelitian ini. Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode quasi eksperimen, analisis data menggunakan *independent sampel t-Test* dengan bantuan SPSS. Dari hasil penelitian ini terdapat perbedaan yang signifikan TPS standard dan TPS dengan variabel resistor 5K dimana jika dilihat dari emisi gas buang HC variabel resistor menimbulkan HC yang lebih tinggi dan jika dilihat dari RPM, variabel resistor 5K menghasilkan RPM lebih rendah. Sehingga dapat disimpulkan variabel resistor 5K dapat digunakan sebagai pengganti TPS original.

**Kata Kunci:** TPS, Variabel Resistor 5K, Emisi Gas Buang HC, RPM

**Abstract:** *This study aims to provide information and test the products produced in this study. This research is quantitative study with a quasi-experimental method, data analysis using independent sample t-Test with the help of SPSS. From the results of this study there are significant differences in the standard TPS and TPS with a variable resistor 5K where when viewed from the exhaust gas emissions the variable resistor raises higher HC and when viewed from the RPM, the 5K resistor variable produces a lower RPM. So it can be concluded that the 5K resistor variable can be used instead the original TPS.*

**Keyword:** TPS, Variable Resistors 5K, HC Exhaust Emissions, RPM

Alat transportasi yang nyaman dan memiliki penggunaan sumber energi yang minimal merupakan kendaraan impian di masa depan. Pengembangan teknologi pada kendaraan dengan motor pembakaran dalam berkembang dengan pesat. Sepeda motor menjadi alternatif penggunaan kendaraan yang paling diminati dan efektif. Hal ini terlihat dari perkembangan statistik penambahan jumlah kendaraan sepeda motor dari 2002 hingga 2010 mencapai 10,8% (Susantoso. 2014). Sistem injeksi diterapkan untuk efisiensi bahan bakar. *Throttle* pada motor pembakaran dalam dengan sistem injeksi merupakan komponen yang berfungsi untuk mengatur jumlah udara yang akan masuk pada ruang bakar, untuk mengatur *engine power output* (Heisner. 2016)

TPS (*throttle position sensor*) merupakan sensor yang digunakan untuk mengetahui bukaan *throttle*, selain itu sensor ini merupakan salah satu komponen sistem induksi udara yang digunakan untuk mengukur sekaligus mengontrol jumlah udara masuk (Nugraha. 2007). Pengaruh daya terbesar dari *engine* dipengaruhi oleh perubahan *output voltage* TPS dan perubahan RPM (*Revolutions Per Minute*) (Mulyadi. 2013). Sehingga TPS menjadi sensor

utama pada kendaraan. Kurangnya informasi mengenai sensor ini menjadikan tidak banyaknya Home Industri yang memproduksi sensor ini.

Gas buang HC (*hidrokarbon*) merupakan gas buang yang terbentuk akibat pembakaran yang tidak sempurna, hal ini bisa di akibatkan karena campuran bahan bakar dan udara yang tidak tepat. Terbentuknya gas buang ini bisa muncul karena campuran udara dan bahan bakar yang gemuk atau terlalu kurus (Anton. 2013). Oleh karena itu penelitian ini akan melihat pengaruh penggunaan variabel resistor 5k terhadap gas buang HC. Sehingga ketika sensor ini diproduksi masal tidak menimbulkan pencemaran udara dan RPM agar daya mesin tetap terkontrol. Penelitian ini guna untuk memberikan informasi, dan menguji produk yang dihasilkan. Penelitian ini diwujudkan dalam bentuk melihat perbedaan RPM dan emisi gas buang HC hal ini dikarenakan gas buang HC berpengaruh langsung terhadap campuran bahan bakar dan udara, penelitian ini menguji variabel resistor 5K sebagai pengganti TPS dan TPS *original*, sehingga penelitian ini

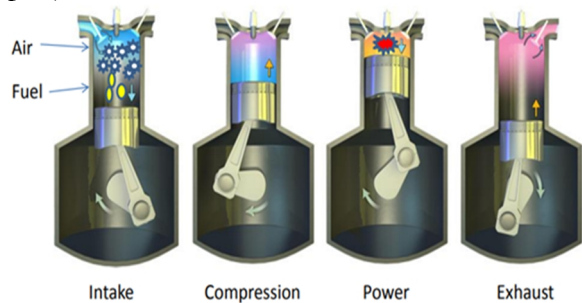
berjudul “PERBEDAAN PENGGUNAAN VARIABEL RESISTOR 5K SEBAGAI PENGGANTI TPS TERHADAP PERUBAHAN RPM DAN EMISI GAS BUANG HC PADA HONDA VARIO 125 PGM-FI”.

Sesuai dengan latar belakang di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perbedaan penggunaan variabel resistor 5k sebagai pengganti TPS terhadap perubahan RPM pada Honda Vario 125 PGM-FI.
2. Untuk mengetahui perbedaan penggunaan variabel resistor 5k sebagai pengganti TPS terhadap emisi gas buang HC pada Honda Vario 125 PGM-FI.

*Internal Combustion Engine*

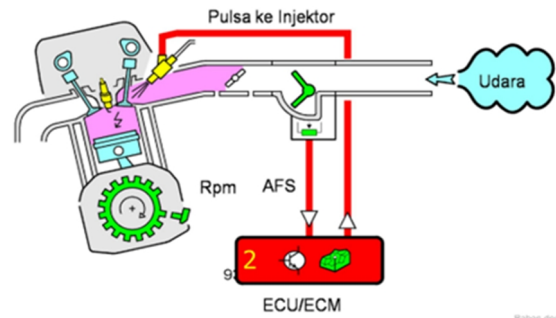
Motor pembakaran dalam merupakan motor penggerak yang merubah energi kimia menjadi energi mekanik dengan cara meledakkan bahan kimia didalam konstruksi mesin dengan menggunakan silinder dan piston. Untuk siklus kerja motor bensin 4 langkah dapat dijeaskan pada gambar dan penjelasan berikut:



Gambar 1. Siklus kerja motor gasoline 4 langkah

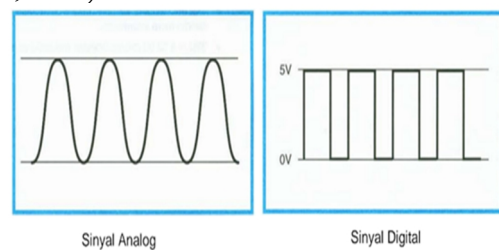
*Motor dengan Sistem Injeksi*

Sistem injeksi pada motor pembakaran dalam merupakan perkembangan teknologi pada bidang otomotif yang bertujuan untuk meningkatkan kerja dari sistem bahan bakar (Nugraha, 2007). Perkembangan teknologi ini merupakan teknologi yang dikembangkan pada pemasukan bahan bakar dengan cara disemprotkan dengan injector dimana kerjanya di atur secara elektronik dengan kontrol terletak pada ECU (*electronic control unit*). Sebaperti pada gambar berikut.



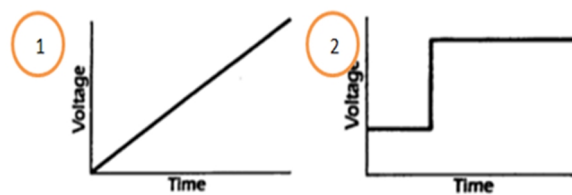
Gambar 2 Sistem injeksi bahan bakar

Agar AFR (*Air Fuel Ratio*) ECU memerlukan beberapa masukan informasi dari sensor dimana masukan ini disebut sebagai signal. Pada dasarnya signal dari sensor dapat dibedakan menjadi 2 yaitu signal analog dan signal digital. Perbedaan kedua sinyal tersebut jika dilihat dengan *oscilloscope* me bentuk garis kurva yang berbeda, dengan sinyal analog memiliki garis curva naik turun dengan adanya gunung dan lembah, hal ini menunjukkan signal analog memberikan output sinyal yang bervariasi naik dan turun. Signal digital memiliki garis horizontal bawah dan tegak lurus keatas dan kebawah dengan memiliki garis horizontal, hal ini menunjukkan signal digital memiliki outputan sinyal untuk garis horizontal bawah OFF dan pada garis horizontal atas memiliki makna ON. Untuk sinyal analog belum dapat digunakan oleh ECU sebelum sinyal tersebut diterjemahkan kedalam sinyal analog. Adapun gambaran dari sinyal analog dan digital seperti gambar berikut (ismail, 2013).



Gambar 3. sinyal analog dan digital

Adapun karakteristik dari sinyal analog dan digital adalah sebagai berikut.



Gambar 4. karakteristik sinyal 1 analog 2 digital

TPS (*Trothble position sensor*)

TPS (*Trothle posision sensor*) *Throttle posision sensor* (TPS), merupakan sensor yang membaca pembukaan *butterfly valve* pada *throttle body*. valve ini berfungsi untuk mengontrol udara yang masuk pada ruang bakar (Infineon. 2008). Untuk mengetahui jumlah bahan bakar yang dibutuhkan diperlukan sensor TPS. Sensor ini menggunakan komponen elektronik dengan sinyal output tegangan diantara 0-5Volt. Tegangan ini berasal dari input tegangan dari ECU yaitu 5Volt. Untuk memberikan output sinyal sebesar 0-5volt sensor ini menggunakan variabel resistor dengan besar 5K. sehingga output sinyal berkisar antara 0-5 volt.

**Variabel Resistor**

Hambatan secara internasional diberikan lambang Ohm ( $\Omega$ ) (Nauri. 2013). Hambatan dalam kerjanya dapat dibedakan menjadi 2 yaitu hambatan yang memiliki nilai tetap dan hambatan yang memiliki nilai hambatan bervariasi (*Variabel*). Pada sensor TPS menggunakan tipe variabel resistor. dengan memanfaatkan pembagian tegangan sebagai berikut.

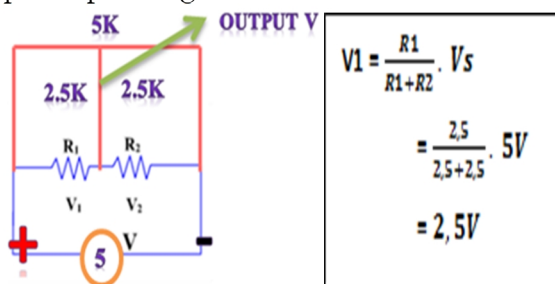
**Rumus Pembagian Tegangan:**

$$V1 = \frac{R}{R + R} \cdot V$$

Dimana :

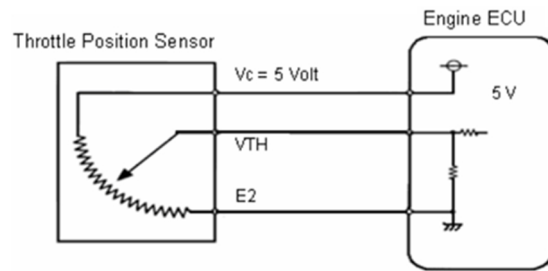
- V1 = Tegangan pada R1
- R1 = Resistor 1
- R2 = Resistor 2
- Vs = Tegangan sumber

Adapun untuk memperjelas pembagian tegangan tersebut saya contohkan pada penerapan rangkaian dibawah ini



**Konstruksi TPS**

Karena fungsi dari TPS untuk mengetahui bukaan katub gas maka sensor ini terletak pada throttle body dengan input tegangan sebesar 5volt dari ECU adapun diagram dari sensor ini adalah sebagai berikut.

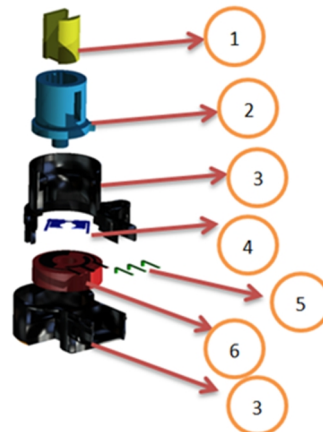


**Gambar 5. Diagram TPS sensor**

Keterangan:

- Vc = Tegangan input
- VT = Input sinyal ke ECU
- E2 = Ground ECU

Dalam sensor tersebut terdapat beberapa komponen didalamnya untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6. Sebagai berikut ini.



**Gambar 6. Komponen**

Keterangan :

- 1 = Pengunci poros pemutar
- 2 = Tuas pemutar
- 3 = Housing
- 4 = slider contac
- 5 = conector
- 6 = Resistor

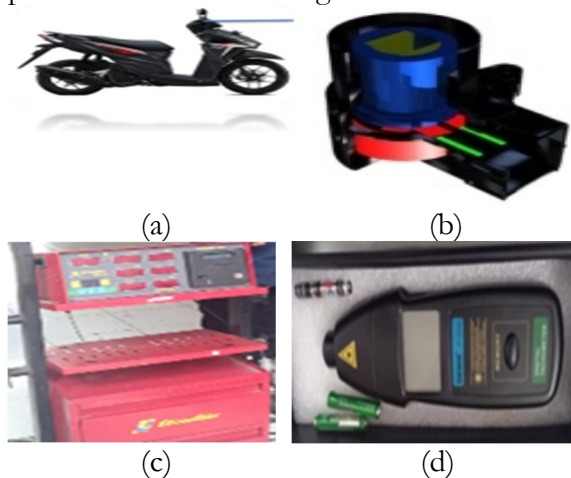
**METODE**

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian yaitu rancangan penelitian eksperimen semu (*quasi eksperimental*) dengan desain perbandingan kelompok statis. Pemilihan desain penelitian ini dikarenakan adanya kegiatan membandingkan hasil uji emisi dan RPM antara dua kelompok yang berbeda terhadap vriabel terikat yang sama yaitu penggunaan TPS original dan yang menggunakan variabel resistor

**Tabel 1. Penelitian eksperimen desain perbandingan kelompok statis**

|    | X (treatment)                    | O <sub>1</sub> (Observasi)                    |
|----|----------------------------------|---|
| E1 | menggunakan variabel resistor 5K | Pengujian terhadap RPM dan emisi gas buang HC |
| E2 | menggunakan TPS Original         | Pengujian terhadap RPM dan emisi gas buang HC |

Subjek penelitian ini adalah Honda Vario 125 PGM-FI dengan objek penelitian adalah sensor TPS. Instrument pada penelitian ini adalah gas analyzer dan tacho meter infrared. Adapun analisis data dari penelitian ini adalah menggunakan independent sampel t-Test dengan analisis data menggunakan SPSS 20. Adapun Subjek, objek, dan instrument penelitian ini adalah sebagai berikut.



**Gambar 7. (a) Honda Vario 125 PGM-FI (b) Sensor TPS (c) Gas Analyzer (d) Tacho Meter**

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan pengujian penelitian “Perbedaan menggunakan variabel resistor 5K sebagai pengganti TPS terhadap RPM dan emisi gas buang HC pada Honda Vario 125 PGM-FI” yang telah dilakukan, diperoleh data daya dengan satuan (ppm) dan RPM. Kondisi lingkungan pada saat pengujian ialah 30 °C dengan temperatur kerja mesin 80°C – 90°C. Setiap Pengujian temperatur kinerja mesin dipertahankan dengan bantuan kipas angin agar suhu mesin tetap stabil, suhu mesin dikontrol pada suhu 80 °C dititik yang sama yaitu bagian luar ruang bakar dekat dengan kepala silinder setiap kali dilakukan pengujian dengan menggunakan termometer. Data diperoleh melalui pengujian yang dilakukan sebanyak 3 kali di 2 perlakuan (Pengunaan TPS original dan TPS dengan variabel resistor) yang nantinya diambil rerata. Setiap data diambil

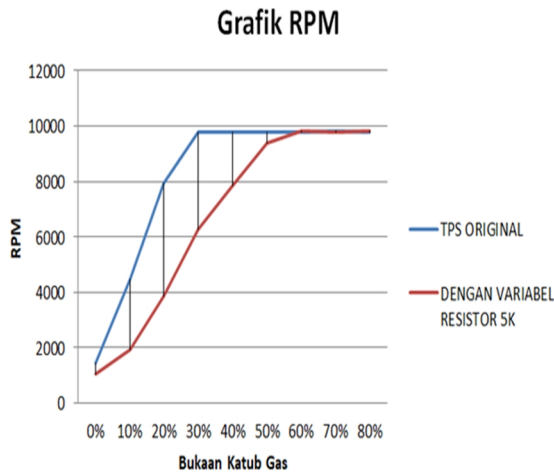
berdasarkan variabel control yaitu bukaan katub gas mulai dari 0%-80% bukaan katub gas dengan peningkatan bukaan katub gas sebesar 10%. Adapun hasil pengujian tersebut adalah sebagai berikut.

**Tabel 2. Hasil Pengujian Emisi Gas Buang HC.**

| Bukaan Katub Gas | Pengujian | Emisi Gas Buang HC           |              | Nilai Resistansi TPS dengan VR | Nilai Resistansi TPS Original |
|------------------|-----------|------------------------------|--------------|--------------------------------|-------------------------------|
|                  |           | TPS Dengan Variabel Resistor | TPS Original |                                |                               |
| 0%               | 1         | 104                          | 25           | 6,47                           | 5,43                          |
|                  | 2         | 132                          | 26           |                                |                               |
|                  | 3         | 103                          | 21           |                                |                               |
|                  | Rata-rata | 113                          | 24           |                                |                               |
| 10%              | 1         | 112                          | 26           | 6,19                           | 5,27                          |
|                  | 2         | 135                          | 30           |                                |                               |
|                  | 3         | 120                          | 22           |                                |                               |
|                  | Rata-rata | 122,33                       | 26           |                                |                               |
| 20%              | 1         | 128                          | 27           | 5,54                           | 4,52                          |
|                  | 2         | 137                          | 31           |                                |                               |
|                  | 3         | 130                          | 29           |                                |                               |
|                  | Rata-rata | 131,67                       | 29           |                                |                               |
| 30%              | 1         | 146                          | 39           | 4,89                           | 3,77                          |
|                  | 2         | 149                          | 33           |                                |                               |
|                  | 3         | 144                          | 44           |                                |                               |
|                  | Rata-rata | 146,33                       | 38,67        |                                |                               |
| 40%              | 1         | 284                          | 55           | 4,24                           | 3,02                          |
|                  | 2         | 176                          | 45           |                                |                               |
|                  | 3         | 190                          | 61           |                                |                               |
|                  | Rata-rata | 216,67                       | 53,67        |                                |                               |
| 50%              | 1         | 357                          | 69           | 3,59                           | 2,27                          |
|                  | 2         | 491                          | 89           |                                |                               |
|                  | 3         | 394                          | 70           |                                |                               |
|                  | Rata-rata | 414                          | 76           |                                |                               |
| 60%              | 1         | 461                          | 97           | 2,94                           | 1,52                          |
|                  | 2         | 809                          | 140          |                                |                               |
|                  | 3         | 633                          | 169          |                                |                               |
|                  | Rata-rata | 634,33                       | 135,33       |                                |                               |
| 70%              | 1         | 629                          | 110          | 2,29                           | 0,77                          |
|                  | 2         | 1287                         | 166          |                                |                               |
|                  | 3         | 965                          | 176          |                                |                               |
|                  | Rata-rata | 960,33                       | 150,67       |                                |                               |
| 80%              | 1         | 920                          | 171          | 1,64                           | 0,02                          |
|                  | 2         | 1289                         | 188          |                                |                               |
|                  | 3         | 1132                         | 174          |                                |                               |
|                  | Rata-rata | 1113,67                      | 177,67       |                                |                               |

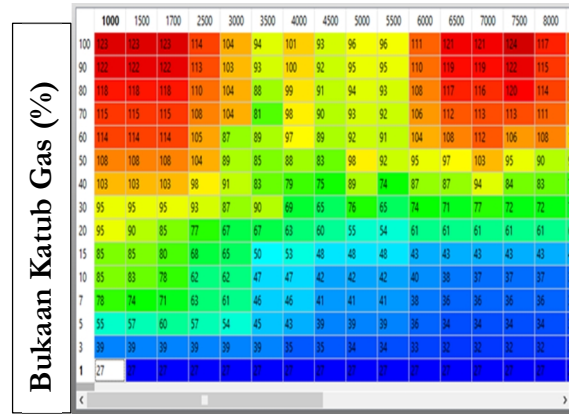
**Sumber : Laboratorium Otomotif Gedung G5 UM**

Dari data di atas dapat diketahui perbedaan RPM yang cukup besar pada bukaan katub gas 0%-40% hal ini menunjukkan bahwa akselerasi dari engine yang menggunakan TPS original dan yang menggunakan TPS dengan Variabel resistor memiliki selisih yang cukup besar adapuan untuk memperjelas data tersebut dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 8 Grafik RPM

Terlihat terdapat perbedaan yang cukup besar emisi gas buang HC yang menggunakan TPS original dan yang menggunakan variabel resistor 5K, pada bukaian katub gas 0%-40% terlihat bahwa peningkatan emisi gas buang HC di antara kedua penggunaan TPS yaitu original dan yang menggunakan variabel resistor 5K terlihat peningkatan emisi gas buang bertambah sesuai dengan bukaian katub gas secara linier. Pada bukaian katub gas 50%-80% terlihat pada TPS yang menggunakan variabel resistor 5K emisi gas buang HC meningkat dengan cukup besar. Peningkatan emisi gas buang HC tersebut dipengaruhi karena perbedaan nilai resistansi pada sensor *original* dan sensor yang menggunakan variabel resistor, sehingga hal ini akan mempengaruhi *output* tegangan sensor yang menyebabkan kalibrasi sensor pada ECU tidak terpenuhi. Hal ini akan mempengaruhi pembacaan mapping ECU dan pada RPM tinggi emisi gas buang HC meningkat dengan cukup besar hal ini dipengaruhi karena limiter yang ada pada setting mapping ECU sehingga ketika sistem pengapian sudah dilimi da bahan bakar masih pada setting map pemasukan bahan bakar ideal hal ini akan menimbulkan tidak terbakarnya bahan bakar yang dimasukkan pada ruang bakar sehingga akan menimbulkan emisi yang tinggi adapun untuk memperjelas dapat dijelaskan ada *set mapping* pada gambar berikut.



Gambar 9. Maping bahan bakar pada ECU

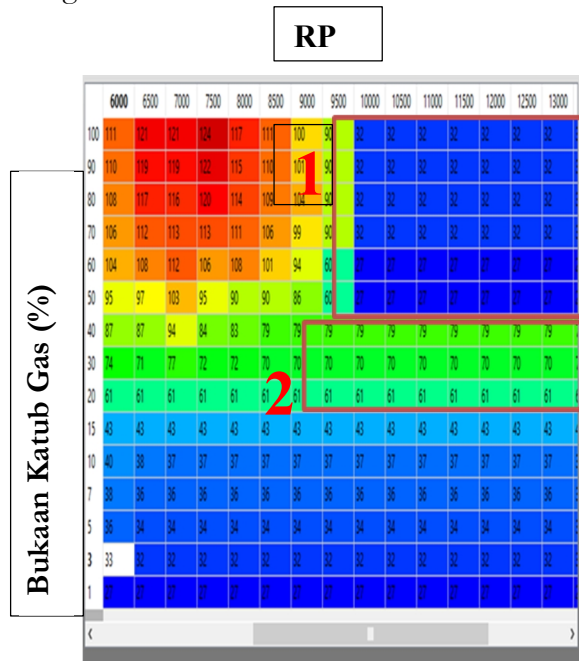
Gambar 9 merupakan gambaran mapping bahan bakar dimana hal ini sebagai acuan ECU untuk menginjeksikan jumlah bahan bakar pada ruang bakar. Ketika output tegangan sensor TPS tidak sesuai maka hal ini juga akan mempengaruhi pembacaan mapping pada ECU. Pada penelitian ini ada selisih berkisar antara 20% bukaian katub gas dimana sensor TPS dengan variabel resistor 5K memiliki output tegangan yang lebih rendah. Dimana hal ini berarti pembacaan mapping pada ECU 20% lebih rendah pada TPS dengan variabel resistor 5K jika dibandingkan dengan TPS original saya berikan contoh agar lebih jelas sebagai berikut: pada TPS original pada bukaian katub gas 50% dengan *output* tegangan sebesar 2,68 volt akan membaca mapping pada baris mapping 50% bukaian katub gas dimana pada gambar 9 yang bergaris merah. Sedangkan pada bukaian katub gas 50% pada TPS dengan variabel resistor 5K dengan *output* tegangan sebesar 1.68 Volt akan membaca mapping pada bukaian gas 30% atau pada gambar 9 pada gambar dengan garis hitam. Hal ini bisa terjadi demikian karena ECU membaca *output* tegangan dari sensor dimana antara bukaian 0%-100% bukaian katub gas sudah terkalibrasi oleh TPS original. Sehingga ketika output tegangan tidak sama hal ini akan mempengaruhi pembacaan ECU. Sehingga menimbulkan campuran yang miskin sehingga sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan emisi gas buang HC timbul karena campuran bahan bakar yang terlalu kaya atau terlalu miskin (Heisner, 2016).

Pada bukaian katub gas 50%-80% Karena pada saat sistem pengapian diputus bahan bakar masih pada MAP/Setting bukaian katub gas 30%. Sehingga bahan bakar tanpa dibakar langsung keluar melalui katub exhaust.

Tabel 3 Selisih Output Tegangan

| Bukaan Katub          | 30%  | 40%  | 50%  |
|-----------------------|------|------|------|
| Original              | 1,63 | 2,14 | 2,68 |
| TPS dengan trimpot 5K | 0,65 | 1,23 | 1,68 |

Adapun gambar mapping tersebut adalah sebagai berikut

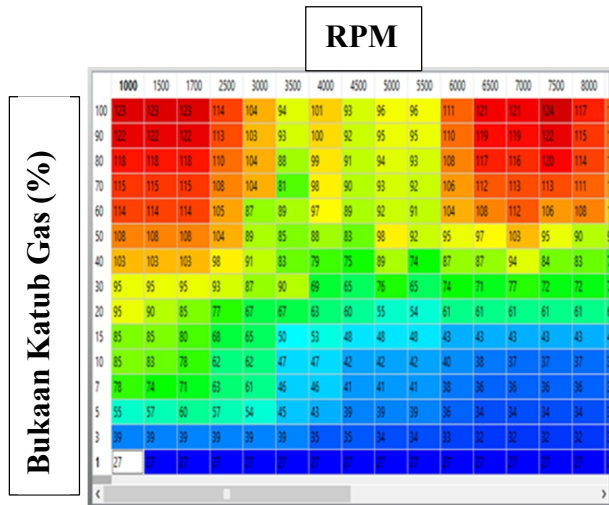


Gambar 10. Mapping bahan bakar pada ECU

Dari tabel 3 terlihat perbedaan output tegangan sensor original dan sensor dengan variabel resistor dimana tegangan pada bukaan katub gas 50% pada TPS dengan variabel resistor 5K masih mendekati output tegangan sensor original pada bukaan katub gas 30% hal ini berarti ECU dari engine membaca mapping bahan bakar pada bukaan katub gas 30% pada TPS original sedangkan pada kenyataannya Throttle sudah terbuka 50%, sehingga jumlah bahan bakar yang di injeksikan akan tetap besar meskipun engine sudah pada maksimal RPM (Limit) karena ECU masih membaca mapping pada bukaan katub gas 30% atau yang di gambarkan kan pada gambar 10 pada bagian 2, yang seharusnya ECU sudah membaca pada mapping 50% atau yang digambarkan pada gambar 10 pada bagian 1. Ketika engine sudah limit atau sistem pengapian dibatasi maka bahan bakar yang seharusnya sudah dikurangi jumlah penginjeksianya masih maenginjeksikan jumlah bahan bakar yang cukup banyak, hal ini dikarenakan tidak sesuai output tegangan sensor TPS dengan variabel resistor. sehingga emisi gas buang HC

akan meningkat dengan besar pada fase ini (pada bukaan katub gas 50%-80%). Selain hal tersebut sesuai dengan penelitian Dharmawan & Sudarmanta (2016) peningkatan emisi gas buang HC akan meningkat pada RPM 5000-8000 RPM. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Ellyanie (2011) dimana peningkatan emisi gas buang HC meningkat dimulai dari RPM 5000.

Dari gambar 10 di atas dapat diketahui bahwa perbedaan RPM tampak pada bukaan katub gas 0-50%. Hal ini sesuai dengan fungsi dari sensor TPS itu sendiri yaitu sensor yang berfungsi untuk mengetahui bukaan katub gas dan untuk memberikan informasi jumlah bahan bakar yang dibutuhkan (Infineon. 2008). Sehingga ketika tegangan output dari sensor TPS yang menggunakan variabel resistor 5K tersebut tidak sesuai dengan TPS original hal ini juga akan berpengaruh langsung terhadap kinerja engine karena AFR (air fuel ratio) tidak tepat. Karena ECU membaca mapping yang tidak sesuai. Seperti gambar 11 sebagai berikut



Gambar 11. Mapping bahan bakar pada ECU

Karena output tegangan sensor TPS original dan sensor TPS yang menggunakan variabel resistor 5K memiliki perbedaan dapat dilihat pada tabel 3, maka kalibrasi dari sensor TPS juga tidak akan bisa sesuai sehingga mapping pada gambar 11 tidak akan bisa tercapai. Karena perbedaan output tegangan sensor yang menggunakan variabel resistor lebih rendah yaitu kurang lebih sebesar 1 volt atau jika dilihat dari dari output sensor TPS original memiliki selisih sebesar 20% bukaan



katub gas, sehingga penggunaan *mapping* juga akan selisih sebesar 20% dimana hal ini berarti campuran udara dan bahan bakar akan menjadi miskin sehingga RPM pada *engine* yang menggunakan TPS dengan variabel resistor akan lebih rendah jika dibandingkan dengan TPS original. hal ini sesuai dengan teori yang dipaparkan oleh Andrieq & Sudarmanta (2016) menjelaskan semakin Rendah nilai AFR maka semakin lambat pula proses terjadinya pembakaran dan temperature pembakarannya juga menurun.

Pada bukaan katub gas 60%-80% RPM *engine* relatif sama hal ini dikarenakan spesifikasi dari *engine* sudah dibatasi oleh limit RPM 9800 sehingga pada bukaan katub gas 60%-80% tidak ada perbedaan RPM antara penggunaan TPS *original* dan TPS yang menggunakan variabel resistor.

## PENUTUP

### Simpulan

Variabel resistor 5K dapat digunakan sebagai pengganti TPS namun masih belum sempurna, hal ini dapat dilihat dari uji emisi dan uji RPM. Dengan hasil uji emisi pada TPS dengan variabel resistor masih menimbulkan emisi gas buang HC yang tinggi, dan pada pengujian RPM penggunaan variabel resistor 5K sebagai pengganti TPS *original* masih menghasilkan RPM yang lebih rendah jika dibandingkan dengan penggunaan TPS *original*.

### Saran

Pada teknisi praktis dan peneliti selanjutnya agar memperhatikan variabel resistor yang digunakan sehingga karakteristik sensor original bisa tercapai. Selain hal tersebut design sensor juga harus lebih diperhatikan agar sensor yang dihasilkan memiliki *design* yang sesuai dan bisa mengamankan sensor dari air dan hal yang dapat merusak sensor lainnya.

## DAFTAR RUJUKAN

Adrieq, Akbar & Sudarmanta, Bambang. 2016. *Studi Eksperimental Pengaruh Air Fuel Ratio Proses Gasifikasi Briket Municipa Solid Waste Terhadap Unjuk Kerja Gasifier Tipe Downdraft*. Jurnal Teknik ITS . Volume. 1. No, 1.

Anton. 2013. *Perbandingan Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Bensin Dan LPG dengan Konverter Kit Dual Fuel sebagai Pengatur LPG pada Motor Bermesin 150 CC*. Skripsi. Fakultas Teknik. Unoversitas Negeri Semarang.

Dharmawan, Renno Feibianto & Sudarmanta, Bambang. (2015). *Studi Eksperimen Pengaruh Rasio Kompresi dan Durasi PenginjeksianBahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Engine Honda CBR150R Berbahan Bio Ethanol E100*. Article. Fakultas Teknik Industri.Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Ellyanie. 2011. *Pengaruh Penggunaan Three Way Catalytic Converter Terhadap Emisi Gas Buang PadaKendaraan Toyota Kijang Inova*. Jurnal Teknik Mesin. ISBN : 979-587-395-4.

Heisner. Blaine M. 2016. *The Effect Of Electronic Throttle Control Systems On Gasoline Internal Cmbustion Engine Compression Testing Procedures*. Jurnal Of Applied Sciences And Art Volume.1 No.1. Halaman: 1-14

Infineon. 2008. *Throttle Position Sensing With Linear Hall Sensors*. German.Infineon Technologies AG.

Ismail, Hasan. 2013. *EMS Engine Management System*. Malang. Gunung Samudera.

Mulyadi. Cecep Deni. 2013. *Pengaruh Penyetelan Tegangan Throttle Posision Sensor (TPS) dan Idle Speed Control (ISC) Terhadap Daya Mesin Serta Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 108 CC*. Jurnal Ilmiah Teknobiz. Volume. 3 no.3. Halaman: 105-109

Nauri, Imam Muda. 2013. *Elektronika Dasar*. Malang. Gunung Samudera

Nugraha. Beni Setya. 2007. *Aplikasi Teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektronik (EFI) Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Sepeda Motor*. Jurnal Ilmiah Populer Dan Terapan. Volume. 5 No. 2. Halaman: 692-706

Susantoso. Bambang. 2014. *Sepeda Motor: Peran dan Tantangan*. Disampaikan pada event AISI (Asosiasi Industri Sepeda

Motor Indonesia) dengan Tema “*Teknologi,  
Keselamatan dan Sikap*”