

**RANCANG BANGUN PENGUAT TEGANGAN DENGAN MIKROKONTROLLER
PADA SENSOR MAP TERHADAP DAYA DAN TORSI**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Program Strata
Satu Pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik
Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh:

**AGUS BAHARUDIN
NIM/BP. 14073046 / 2014**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

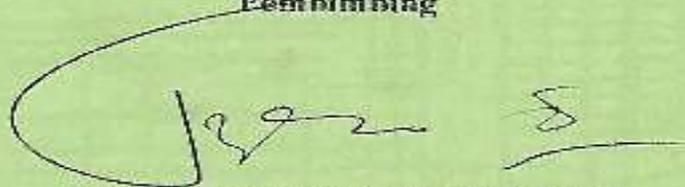
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Rancang Bangun Penguat Tegangan dengan
Mikrokontroler pada Sensor MAP Terhadap Daya dan
Torsi
Nama : Agus Baharudin
NIM : 14073046/2014
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 25 Juli 2018

Disetujui oleh :

Pembimbing



Wawan Purwanto, S.Pd. MT, P.hD

NIP. 19840915 201012 1 006

Ketua Jurusan



Drs. Martias, M. Pd

NIP. 19640801 199203 1 003

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Agus Baharudin

NIM : 14073046/2014

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan Teknik Otomotif
Universitas Negeri Padang
Dengan Judul

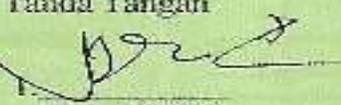
**Rancang Bangun Penguat Tegangan dengan Mikrokontroler pada Sensor
MAP Terhadap Daya dan Torsi**

Padang, 25 Juli 2018

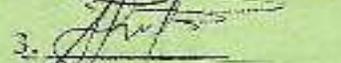
Tim Penguji

1. Ketua : Wawan Purwanto, S.Pd, MT, Ph.D
2. Anggota : Drs. Andrizal, M.Pd
3. Anggota : Dwi Sudarno Putra, ST, MT

Tanda Tangan

1. 

2. 

3. 



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7055922 FT: (0751) 7055644, 445118 Fax .7055644
E-mail : info@ft.unp.ac.id

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, berupa skripsi dengan judul "Rancang Bangun Penguat Tegangan dengan Mikrokontroller pada Sensor MAP Terhadap Daya dan Torsi" adalah asli karya saya sendiri;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali dari pembimbing;
3. Didalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepastakaan;
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, Juli 2018

Yang membuat pernyataan



Agus Baharudin

NIM. 14073046/2014

ABSTRAK

Agus Baharudin. 2018. “ Rancang Bangun Penguat Tegangan Dengan Mikrokontroler Pada Sensor MAP Terhadap Daya dan Torsi” *Skripsi*. Padang: Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Penelitian ini membahas tentang rancang bangun alat alat penguat tegangan output dari sensor MAP. Tujuan penelitian rancang bangun ini adalah menjelaskan proses perancangan dan pembuatan serta menguji alat penguat tegangan dengan mikrokontroler Arduino Uno dan sebagai penyempurnaan dari alat sebelumnya yang sudah ditemukan namun masih menggunakan kontrol manual. Selain itu penelitian ini berfungsi sebagai solusi atas permasalahan yang peneliti temukan dilapangan mengenai performa kendaraan yang mulai berkurang seiring dengan bertambahnya umur pemakaian kendaraan.

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan level 3, peneliti meneliti dan menguji untuk mengembangkan produk yang telah ada. Objek penelitian ini adalah kendaraan Toyota Avanza 1.3 G tahun 2010, penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahap, yaitu (1) Potensi dan Masalah, (2) Mendesain Produk, (3) Validasi Desain, (4) Revisi Desain, (5) Pembuatan Produk, (6) Uji Coba Produk, (7) Revisi Produk, (8) Uji Coba Pemakai, (9) Revisi produk. Data yang di kumpulkan adalah data daya dan torsi yang didapatkan dari alat uji Dynotest sebelum dan sesudah kendaraan menggunakan alat penguat tegangan pada output sensor MAP. Pengujian ini dilakukan di workshop pengujian kendaraan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan dapat disimpulkan beberapa hal berikut. *Pertama* penggunaan metode penelitian pengembangan level 3 dapat diterapkan dalam penelitian rancang bangun alat penguat tegangan dengan mikrokontroler pada sensor MAP. *Kedua* setelah dilakukan penambahan tegangan output dari sensor MAP dengan variasi penambahan tegangan sebesar 0.3V, 0.5 V, dan 0.7V, maka dapat disimpulkan bahwa terjadi penaingkatan daya dan torsi secara signifikan yang dihasilkan oleh kendaraan. Peningkatan daya dan torsi tertinggi terjadi pada penambahan tegangan output sensor MAP sebesar 0,5 V dengan presentase peningkatan sebesar 85,87 % dan 28,4 % jika dibandingkan dengan daya dan torsi tanpa menggunakan alat penguat tegangan pada output sensor MAP.

Kata Kunci: Sensor MAP, Mikrokontroler Arduino Uno, daya, torsi

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“RANCANG BANGUN PENGUAT TEGANGAN DENGAN MIKROKONTROLLER PADA SENSOR MAP TERHADAP DAYA DAN TORSI”**.

Dalam kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Wawan Purwanto, S.Pd, MT, Ph.D selaku dosen pembimbing
4. Bapak Drs. M. Nasir, M.Pd selaku dosen penasehat akademik.
5. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Seluruh keluarga terutama kedua orang tua yang telah memberikan semangat, dorongan dan motivasi kepada penulis baik secara materil maupun nonmateril.
7. Rekan-rekan mahasiswa yang telah memberi motivasi dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini, penulis ucapkan banyak terimakasih, semoga bantuan, bimbingan dan petunjuk yang bapak/ibu, saudara/i berikan menjadi amal ibadah dan mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan dikarenakan keterbatasan dan kemampuan penulis, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini untuk selanjutnya.

Wassalamu'alaikum warah matullahi wabarakatu

Padang, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Asumsi Penelitian	4
F. Tujuan Penelitian	4
G. Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Deskripsi Teori.....	6
1. Daya	6
2. Torsi	7
3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Daya dan Torsi.....	8
4. Sensor MAP	13
5. Komponen Alat	16
6. Analisis Rangkaian Penguat Tegangan Dengan <i>Microcontroller</i> Pada Sensor MAP.....	28
B. Penelitian Relevan.....	29
C. Kerangka Konseptual	30
D. Pertanyaan Penelitian.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Desain Penelitian.....	33
B. Defenisi Operasional Variabel Penelitian	35
C. Objek Penelitian.....	37
D. Jenis dan Sumber Data	38
E. Instrumen Pengumpulan Data	38
F. Metode Penelitian <i>Research and Development</i>	39

G. Prosedur Penelitian.....	49
H. Teknik Pengambilan Data.....	50
I. Teknik Analisis Data	51
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	54
B. Pembahasan	76
BAB V. PENUTUP	
A. Kesimpulan	82
B. Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. AFR (<i>Air Fuel Ratio</i>)	12
2. Spesifikasi Arduino Uno	19
3. Pola Penelitian.....	34
4. Spesifikasi kendaraan Toyota Avanza 2013	37
5. Spesifikasi <i>Dynamometer</i>	38
6. Keterangan Gambar rangkaian elektronika alat penguat tegangan berbasis mikrokontroler	41
7. Pengujian Daya dan Torsi Menggunakan <i>system EFI</i> tanpa penguat tegangan dengan <i>microcontroller</i> pada sensor MAP	51
8. Pengujian Daya dan Torsi Menggunakan tambahan penguat tegangan dengan <i>microcontroller</i> pada sensor MAP	51
9. Fungsi dan Kegunaan bagian-bagian alat penguat tegangan	54
10. Spesifikasi alat penguat tegangan berbasis Mikronroller	60
11. Validasi Penguatan Tegangan 0,3 V	63
12. Validasi Penguatan Tegangan 0,5 V	63
13. Validasi Penguatan Tegangan 0,7 V	63
14. Pengujian daya dan torsi tanpa penguat tegangan	66
15. Pengujian daya dan tosi dengan penguat tegangan 0,3 V	67
16. Pengujian daya dan tosi dengan penguat tegangan 0,5 V	67
17. Pengujian daya dan tosi dengan penguat tegangan 0,7 V	67
18. Analisis statistik deskriptif pada peningkatan tegangan 0,3 V	71
19. Analisis statistik deskriptif pada peningkatan tegangan 0,5 V	72
20. Analisis statistik deskriptif pada peningkatan tegangan 0,7 V	73
21. Analisa Data Hasil Pengujian Daya dan torsi pada kenaikan tegangan 0,3 V	74
22. Analisa Data Hasil Pengujian Daya dan torsi pada kenaikan tegangan 0,5 V	75

23. Analisa Data Hasil Pengujian Daya dan torsi pada kenaikan tegangan 0,7 V	75
24. Emisi gas buang kendaraan dengan dan tanpa menggunakan penguat tegangan	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sensor MAP dan Rangkaian Kelistrikan Sensor	13
2. Konstruksi dari sensor MAP selama Bekerja	15
3. Karakteristik dari sensor MAP	16
4. Board Arduino Uno.....	18
5. Rangkaian DAC dengan metode R/2R	20
6. Rangkaian DAC yang digunakan.....	21
7. Bentuk Resistor	21
8. Bentuk Capacitor.....	22
9. Bentuk Dioda	23
10. Bentuk IC	23
11. IC LM 358.....	24
12. Rangkaian <i>non-inverting</i>	26
13. LCD karakter.....	27
14. Desain Rangkaian penguat tegangan dengan <i>microcontroller</i> pada sensor MAP.....	28
15. Kerangka Konseptual	31
16. Alur Penelitian <i>Research and development</i>	39
17. Desain Skema Rangkaian Elektronika Rangkaian Penguat Tegangan Berbasis Mikrokontroler	42
18. Desain Alat Penguat Tegangan berbasis Mikrokontroler	48
19. Blok Diagram Perangkat Lunak	43
20. Tampilan Arduino IDE	48
21. Hasil Revisi Alat Penguat Tegangan	54
22. Rangkaian Kelistrikan dari alat Penguat Tegangan	53
23. Rangkaian PCB alat penguat Tegangan berbasis Mikrokontroler	58
24. Spesifikasi Alat Penguat Tegangan Berbasis Mikrokontroler	60
25. Alat Penguat Tegangan Berbasis Mikrokontroler	61
26. Tampilan LCD pada alat penguat tegangan berbasis Mikrokontroler	62
27. Karakteristik sensor MAP dilihat dari nilai tahanan sensor	64

28. Grafik karakteristik tegangan output sensor dengan dan tanpa menggunakan alat penguat tegangan	65
29. Hasil Pengujian tanpa penguat tegangan	68
30. Hasil Pengujian dengan penguat tegangan 0,3 V	68
31. Hasil Pengujian dengan penguat tegangan 0,5 V	69
32. Hasil Pengujian dengan penguat tegangan 0,7 V	69
33. Grafik peningkatan daya dengan menggunakan alat penguat tegangan berbasis Mikrokontroler	77
34. Grafik Peningkatan torsi dengan dan tanpa penguat tegangan	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Bentuk Program yang akan di gunakan	86
2. Bentuk Simulasi Alat yang Akan Dibuat Menggunakan <i>Software</i> Aplikasi	88
3. Proses Pengerjaan Alat	90
4. Surat Izin Penelitian	92
5. Proses pengujian alat dan pengambilan data penelitian	93
6. Hasil Dynotest	96
7. Hasil Pengukuran Emisi Gas Buang	108
8. Bukti Selesai Pengambilan Data	110
9. Uji Normalitas	111
10. Uji Beda Daya dan Torsi	112
11. Tabel Uji t	116

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan kendaraan bermotor di Indonesia setiap tahunnya terus mengalami peningkatan yang cukup pesat. Hal ini disebabkan oleh ikut berkembangnya kebutuhan masyarakat Indonesia akan kendaraan yang dapat mendukung setiap kegiatan yang dilakukan oleh masyarakat Indonesia. Seiring dengan peningkatan jumlah kendaraan yang ada, juga mendorong pengembangan teknologi dibidang otomotif. Salah satu pengembangan yang sudah ada yaitu teknologi mesin kendaraan yang menggunakan *system* bahan bakar injeksi (EFI), yaitu kendaraan yang dalam operasinya diatur oleh control elektronik (ECU).

Kendaraan yang menggunakan *system* injeksi dituntut untuk dapat menghasilkan tenaga besar dan emisi gas buang yang rendah. Mesin yang menggunakan control elektronik (ECU), yaitu suatu komponen elektronik yang berfungsi untuk mengatur kerja dari mesin berdasarkan berbagai macam kondisi mesin yang ada. Salah satu fungsi dari ECU yaitu untuk mengatur jumlah penginjeksian bahan bakar dengan cara mengatur panjang frekwensi dan lebar pulsa yang diberikan ke injector, sehingga jumlah penginjeksian bahan bakar dapat diatur.

Pengaturan jumlah penginjeksian bahan bakar oleh ECU diatur berdasarkan parameter atau keadaan yang ada disekitar mesin pada waktu bekerja. Parameter ini akan dideteksi oleh berbagai macam sensor yang ada pada kendaraan EFI yang selanjutnya sensor akan mengirimkan sinyal ke

ECU sebagai acuan bagi ECU untuk mengatur kerja *actuator* pada kendaraan. Sensor-sensor yang ada pada kendaraan injeksi ini antara lain *Intake Air Temperature Sensor* (IATS), *Manifold absolute Pressure* (MAP), *Chamshaft Position Sensor*, *Crankshaft Position Sensor* (CKP), *Engine Coolant Temperatur* (ECT), *Oxygen Sensor* (O₂ Sensor), dan lain sebagainya.

Salah satu sensor yang berperan penting bagi ECU sebagai landasan untuk mengatur jumlah penginjeksian bahan bakar adalah sensor *Manifold Absolute Pressure* (MAP), yaitu sensor yang berfungsi untuk mengukur jumlah udara yang masuk ke dalam ruang *Intake Chamber*. Dalam penelitian ini yang berjudul Rancang Bangun Penguat Tegangan dengan Mikrokontroller Pada Sensor Map Terhadap Daya Dan Torsi merupakan salah satu cara untuk mengatur ulang sinyal yang diberikan oleh sensor ke ECU dengan tujuan untuk memperpanjang lebar pulsa yang diberikan oleh ECU ke injector dengan tujuan untuk meningkatkan daya dan torsi yang dihasilkan oleh kendaraan. Menurut *Toto Sugiarto*, dalam penelitiannya menyebutkan bahwa meningkatnya putaran mesin akan mengakibatkan terjadinya penurunan kevakuman pada saluran intake manifold. Pada kecepatan rendah (750 rpm) kevakuman udara yang melalui MAP adalah rata-rata adalah 29,00 Kpa, pada putaran menengah (2000 rpm) kevakumannya 26,67 Kpa, dan pada putaran tinggi (5000 rpm) kevakuman udara yang melalui MAP sebesar 27,33 Kpa.”

Dari uraian di atas, dapat diketahui bahwa kerja dari sensor MAP berperan penting sebagai landasan bagi ECU untuk mengatr jumlah

penginjeksian bahan bakar. Dengan dilakukan pemrograman ulang pada sinyal keluaran sensor MAP akan mempengaruhi kinerja ECU untuk mengatur jumlah penginjeksian bahan bakar lebih banyak sehingga tenaga dan performa dari mesin dapat ditingkatkan. Dari latar belakang tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Penguat Tegangan Dengan Mikrokontroler Pada Sensor MAP Terhadap Daya dan Torsi Pada Toyota Avanza"

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka identifikasi masalah dapat difokuskan pada permasalahan sebagai berikut.

1. Dengan penambahan rangkaian penguat tegangan dengan *microcontroller* pada sensor MAP, berapakah kenaikan daya dan torsi yang dihasilkan oleh kendaraan Toyota Avanza.
2. Belum adanya penelitian tentang perubahan tegangan sensor MAP terhadap daya dan torsi setelah dilakukan penambahan rangkaian penguat tegangan dengan *microcontroller* pada sensor MAP.

C. Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan dapat mengarah tepat pada sasaran dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian, maka peneliti membatasi masalah yaitu "Rancang Bangun Penguat Tegangan dengan Mikrokontroler Pada Sensor MAP Terhadap Daya dan Torsi Pada Toyota Avanza"

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, dan batasan masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu berapakah besar perubahan daya dan torsi dengan penggunaan penambahan penguat tegangan dengan *microcontroller* pada sensor MAP?

E. Asumsi Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya perubahan daya dan torsi dengan penambahan Rangkaian penguat tegangan dengan *microcontroller* pada sensor MAP Toyota Avanza, kriterianya yakni sebagai berikut.

1. Alat ukur yang digunakan adalah alat ukur yang telah distandarkan dan dalam kondisi baik serta layak digunakan.
2. Kendaraan yang digunakan selama proses pengujian adalah Toyota Avanza, yang sama dengan kondisi standar diluar komponen yang diuji.
3. Kondisi temperatur kerja mesin saat diuji sudah mencapai kondisi temperatur kerja mesin yaitu 80⁰ C.

F. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian yang ingin dicapai yakni sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan Analisis Perubahan Daya dan Torsi dengan menambahkan rangkaian penguat tegangan dengan *microcontroller* pada sensor MAP Toyota Avanza.

G. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dengan adanya studi analisa tentang penggunaan penambahan rangkaian penguat tegangan dengan *microcontroller* pada sensor MAP ini diharapkan dapat merubah persepsi masyarakat terhadap penambahan rangkaian penguat tegangan dengan *microcontroller* pada sensor MAP, dan pengaruhnya terhadap daya dan torsi.
2. Bahan pertimbangan bagi pengguna kendaraan dalam penambahan rangkaian penguat tegangan dengan *microcontroller* pada sensor MAP kendaraan Toyota Avanza.
3. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi pendidikan teknik otomotif.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

Berdasarkan permasalahan penelitian, terdapat empat teori yang akan diuraikan pada deskripsi teori ini, yaitu (1) daya, (2) torsi, (3) faktor-faktor yang mempengaruhi daya dan torsi, dan (4) komponen alat.

1. Daya

Menurut Wiratmaja (2010:21) "Daya adalah hasil dari kerja, atau dengan kata lain daya merupakan kerja atau energy yang dihasilkan per satuan waktu mesin itu beroperasi". pada motor bensin, *Brake Horse Power* (BHP) merupakan besaran yang mengindikasikan horse power actual yang dihasilkan oleh mesin.

Selain itu, Wiranto (2005:43) menyatakan "Daya mesin adalah besarnya kerja mesin selama waktu tertentu. Daya menjelaskan besarnya *output* kerja mesin yang berhubungan dengan waktu, atau rata-rata kerja yang dihasilkan. Daya berkaitan dengan kecepatan dan putaran atas mesin, hal ini terlihat dari seberapa cepat kendaraan itu mencapai suatu kecepatan tertentu dengan waktu sesedikit mungkin, dengan satuan KW (KilloWatt) atau HP (HorsePower)."

Wahyu Hidayat (2012:32) mengemukakan "Daya kerja motor atau prestasi kerja motor adalah gerakan atau putaran mesin yang menghasilkan kerja per satuan waktu. Daya yang dihasilkan oleh motor dapat dibedakan menjadi dua, yaitu: daya indikator dan daya efektif. Sedangkan, menurut Wahyu Hidayat (2012: 34) "Daya indikator adalah panas pembakaran dari

campuran bahan bakar dan udara di atas piston yang telah dikurangi kerugian panas gas buang. Sedangkan daya efektif adalah daya yang berguna sebagai penggerak atau daya poros.” Menurut Wiranto (2005 : 45) untuk menghitung besarnya daya motor 4 langkah digunakan rumus :

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60000} (kW) \quad (1)$$

Dimana:

P = daya (kW)

n = putaran mesin (rpm)

T = torsi (Nm)

1 kW = 1,34 (hp)

Berdasarkan beberapa pendapat para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa pengertian dari daya adalah suatu kerja yang dihasilkan melalui proses pembakaran di dalam mesin persatuan waktu yang besarnya dapat dilihat dengan satuan *Horse Power* (HP) atau *KilloWatt* (KW). Pengukuran daya dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur yaitu *dynamometer*, daya yang diukur menggunakan alat *dynamometer* ini adalah daya efektif yaitu daya berguna sebagai penggerak atau daya poros.

2. Torsi

Menurut Hasan Maksam, dkk (2012:15) ”Torsi (momen puntir) suatu motor adalah kekuatan poros engkol yang akhirnya menggerakkan kendaraan. Kekuatan putar poros ini pada mesin dihasilkan oleh pembakaran yang efeknya mendorong piston naik turun. Piston naik turun menyebabkan poros engkol ikut berputar yang kemudian akan ditransfer menuju ke roda-roda penggerak sehingga mencapai ke roda”.

Wiratmaja (2010:20) menyatakan bahwa "Torsi momen puntir adalah suatu ukuran kemampuan motor untuk menghasilkan kerja. Didalam prakteknya torsi motor berguna pada waktu kendaraan akan bergerak (*start*) atau sewaktu mempercepat laju kendaraan, dan tenaga berguna untuk memperoleh kecepatan tinggi. Besarnya torsi akan sama, berubah-ubah atau berlipat, torsi timbul akibat adanya gaya tangensial pada jarak dari sumbu putaran."

Berdasarkan pendapat para ahli di atas, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa torsi (*torque*) adalah momen puntir yang dihasilkan oleh mesin pada proses pembakaran yang selanjutnya akan ditransfer melalui poros engkol dan akan diteruskan sampai ke roda kendaraan. Menurut Bonick (2008:83) untuk mengetahui besarnya torsi, dapat dihitung menggunakan rumus:

$$T = F \cdot R \quad (2)$$

Untuk menentukan nilai F digunakan persamaan:

$$F = MBD \cdot g \quad (3)$$

Dimana:

T = Torsi (Kgf.m)

G = Gravitasi (m/s^2)

F = Gaya (Kgf)

MBD = Massa Beban Dynamometer (kg)

R = Jari – jari (m)

3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Daya dan Torsi

Prestasi dari suatu kendaraan erat hubungannya dengan daya dan torsi yang dihasilkan dari kendaraan tersebut. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi daya dan torsi pada sebuah kendaraan yaitu:

a. Volume Langkah Piston

Arends (1996:30) menyatakan: "Volume langkah piston, (VL) adalah volume langkah piston dari seluruh silinder pada suatu mesin diukur dari TMA (Titik Mati Atas) sampai TMB (Titik Mati Bawah). Volume langkah ini selanjutnya akan mempengaruhi volume gas yang masuk keruang silinder, sedangkan gas yang masuk nantinya akan menghasilkan energi pembakaran setelah gas tersebut dibakar. Apabila gas yang masuk jumlahnya besar maka hasil energi pembakarannya juga akan besar. Apabila volume langkah kecil, maka gas yang masuk sedikit dan energi hasil pembakarannya juga akan kecil, dan akan mempengaruhi dari torsi dan daya pada motor tersebut".

Berdasarkan pendapat ahli di atas, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa volume langkah piston akan mempengaruhi besarnya tenaga yang dihasilkan oleh suatu kendaraan, karena semakin besar volume langkah piston maka jumlah udara dan bahan bakar yang dibakar akan semakin banyak sehingga tenaga yang dihasilkan akan semakin besar, dan apabila volume langkah piston kecil maka jumlah udara dan bahan bakar yang dibakar didalam ruang silinder akan kecil sehingga tenaga yang dihasilkan oleh mesin tersebut akan kecil.

b. Perbandingan Kompresi

Hasan Maksum, dkk (2012:14) menyatakan bahwa "Perbandingan kompresi adalah perbandingan volume di atas torak saat torak di TMB dengan volume di atas torak saat torak berada di TMA, atau lebih dikenal dengan perbandingan antara volume langkah piston ditambah dengan volume langkah kompresi dibagi dengan volume langkah kompresi."

Sejalan dengan itu, Wahyu Hidayat mengemukakan bahwa ”Perbandingan kompresi adalah perbandingan antara volume silinder dan volume ruang bakar atau ruang kompresi. Batasan perbandingan kompresi untuk motor bensin harus dibatasi tidak boleh terlalu tinggi, karena dapat mengakibatkan terjadinya detonasi, yaitu penyalaan sendiri sebelum waktunya atau busi belum dinyalakan.”

Berdasarkan pendapat beberapa ahli di atas, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa perbandingan kompresi adalah perbandingan jumlah volume silinder pada saat piston berada di TMB ditambah dengan jumlah volume piston berada di TMA dibagi dengan volume piston pada saat di TMA. Perbandingan kompresi pada motor bensin harus dibatasi guna untuk menghindari terjadinya detonasi atau penyalaan dini.

c. Perbandingan Bahan Bakar dan Udara

Jalius (2008) menyatakan ”Campuran gemuk jumlah udara yang masuk lebih kecil dari jumlah syarat udara dalam teori, pada situasi ini mesin kekurangan udara, campuran gemuk, dalam batas tertentu dapat meningkatkan daya mesin.”

Nugraha (2007) menjelaskan “Pembakaran di dalam silinder merupakan reaksi kimia antara unsur yang terkandung di dalam campuran bahan bakar dan udara, perbandingan campuran yang ideal adalah sebesar 1 (C_8H_{18}) : 14,7 (O_2) dalam satuan berat”.



Reaksi di atas adalah reaksi pembakaran yang terjadi secara sempurna meskipun masih terdapat polutan yaitu karbon dioksida (CO). Menurut Sudiby (2009) menyatakan “Apabila emisi HC tinggi, menunjukkan ada 3 kemungkinan penyebabnya yaitu CC (*Catalytic Converter*) yang tidak berfungsi, AFR (*Air-to-Fuel-Ratio*) yang tidak tepat (terlalu kaya) atau bensin tidak terbakar dengan sempurna di ruang bakar”. Untuk memperoleh pembakaran sempurna, bahan bakar harus dicampur dengan udara dengan perbandingan tertentu. Perbandingan udara dan bahan bakar ini disebut dengan *Air Fuel Ratio* (AFR). Santy dan Srikandi (2011) mengatakan “Untuk teoritis pembakaran sempurna didapat dengan perbandingan campuran bahan bakar dan udara (AFR) adalah 14,7:1 dan sering disebut dengan *Stoichiometry* atau juga sering disebut dengan $\Lambda=1$ ”.

Menurut Sudiby (2009) bahwa “Apabila AFR berada dekat atau tepat pada titik ideal (AFR 14,7:1 atau $\Lambda = 1.00$) maka emisi CO tidak akan lebih dari 1% pada mesin dengan sistem injeksi atau 2.5% pada mesin dengan karburator”. Selanjutnya Sudiby(2009), mengatakan “Apabila AFR sedikit saja lebih kaya dari angka idealnya maka emisi CO akan naik secara drastis.”

Dari keterangan di atas menunjukan gejala bahwa AFR yang tidak tepat atau terjadi misfire. Dimana AFR idealnya adalah $\Lambda = 1.00$ dengan perbandingan campuran bahan bakarnya 14,7:1. AFR yang terlalu kaya akan menyebabkan emisi HC menjadi tinggi, AFR yang terlalu kaya juga akan membuat emisi CO menjadi tinggi dan bahkan menyebabkan outlet dari CC

(*Catalytic Converter*) mengalami overheating, tetapi CO dan HC yang tinggi juga bisa disebabkan oleh rembesnya pelumas ke ruang bakar.

Suatu campuran dikatakan kurus jika pada campuran tersebut udaranya berlebihan. Sebagian oksigen tidak ikut bereaksi dan akan keluar dari silinder. Peristiwa ini juga menyebabkan kerugian tenaga, dan apabila campuran terlalu kurus kendaraan akan menjadi panas.

Tabel 1. AFR (*Air Fuel Ratio*)

AFR terlalu kurus ($\lambda < 1$)	<ul style="list-style-type: none"> a. Tenaga mesin menjadi sangat lemah b. Sering menimbulkan detonasi c. Mesin cepat panas d. Sering terjadi misfire e. Membuat kerusakan pada silinder ruang bakar
AFR Kurus ($\lambda \leq 1$)	<ul style="list-style-type: none"> a. Tenaga mesin berkurang b. Terkadang terjadi detonasi c. Konsumsi bensin irit
AFR Ideal ($\lambda = 1$)	<ul style="list-style-type: none"> a. Kondisi paling ideal
AFR Kaya ($\lambda > 1$)	<ul style="list-style-type: none"> a. Bensin agak boros b. Mesin lebih bertenaga c. Tidak terjadi detonasi
AFR Terlalu Kaya ($\lambda \geq 1$)	<ul style="list-style-type: none"> a. Bensin sangat boros b. Asap knalpot berwarna hitam c. Asap pedih dimata d. Sering terjadi misfire e. Terjadi penumpukan kerak diruang bakar

Sumber : *Abdillah Nur Zaied, (2014)*

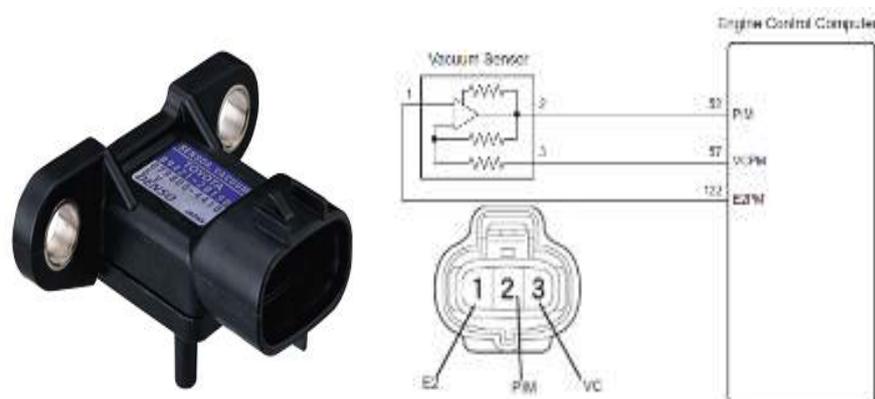
Berdasarkan pernyataan ahli di atas, maka penulis dapat menyimpulkan penambahan jumlah campuran udara dan bahan bakar pada tingkat tertentu akan mempengaruhi besarnya daya yang dapat dihasilkan oleh suatu kendaraan. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya jumlah campuran udara dan bahan bakar yang dibakar didalam ruang silinder, akan

menghasilkan ledakan pembakaran yang lebih besar dan akan mengakibatkan daya yang dihasilkan kendaraan ikut meningkat. Pada penelitian ini dengan penambahan rangkaian penguat tegangan berbasis *microcontroller* akan meningkatkan daya mesin sesuai dengan teori-teori pendukung lainnya.

4. Sensor MAP

a Cara Kerja Sensor MAP

Sensor MAP (*Manifold Absolute Pressure*) adalah suatu alat atau komponen yang ada pada kendaraan injeksi yang digunakan untuk mendeteksi jumlah udara yang masuk ke *intake chamber* melalui perubahan kevacuman yang terjadi pada *intake chamber*. Perubahan tingkat kevacuman yang ada pada intake chamber akan ikut merubah nilai tahanan yang ada ada sensor MAP, sehingga nilai keluaran dari sensor MAP juga akan ikut berubah sesuai dengan perubahan tingkat kevacuman pada *intake chamber*. Nilai keluaran dari sensor MAP ini seterusnya akan dikirimkan ke ECU sebagai landasan bagi ECU dalam menentukan jumlah bahan bakar yang harus di injeksikan oleh *injector*.



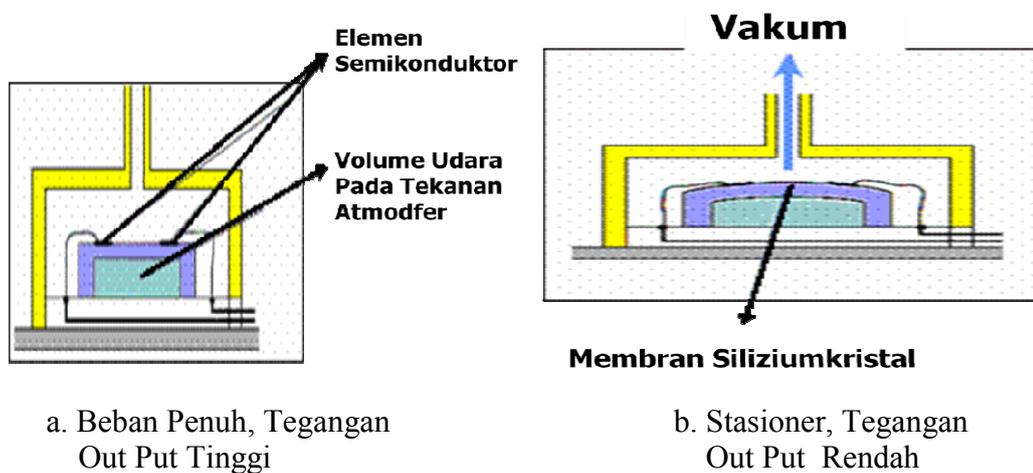
Gambar 1. Sensor MAP dan Rangkaian Kelistrikan Sensor
(Sumber : Buku Manual Engine K3-VE)

Menurut Sigit Argana (2014) menyatakan “MAP sensor (sensor tekanan manifold) menggunakan kevakuman didalam *vacuum chamber*. Kevakuman di dalam *vacuum chamber* ini mendekati vakum yang sempurna dan tidak terpengaruh oleh perubahan tekanan atmosfer yang terjadi karena perubahan ketinggian. Sensor tekanan vakum ini membandingkan tekanan intake manifold dengan vakum ini, dan mengeluarkan sinyal PIM (*Pressure Intake Manifold*) yang tidak terpengaruh oleh perubahannya tekanan. Hal ini memungkinkan ECU (*Engine Control Unit*) dapat menjaga perbandingan udara dan bahan bakar pada tingkat yang optimal meskipun pada tempat yang tinggi. Silicon chip yang digabung dengan *vacuum chamber* dipasang didalam unit sensor. Satu sisi chip dihadapkan dengan tekanan *intake manifold* dan sisi lainnya berhubungan dengan *vacuum chamber*. Perubahan tekanan *intake manifold* menyebabkan bentuk silicon chip berubah, dan nilai tahanan chip akan berubah sesuai dengan tingkat perubahannya. Fluktuasi ini dalam nilai tahanan dirubah menjadi sinyal tegangan oleh IC yang ada didalam sensor dan sinyal ini selanjutnya dikirim dari terminal PIM ke Engine ECU sebagai sinyal tekanan *intake manifold*. Terminal VC Engine mensuplai tegangan konstan 5V sebagai sumber daya untuk IC.”

Dari keterangan di atas maka dapat diketahui bahwa sensor MAP bekerja berdasarkan tingkat kevakuman didalam *intake chamber*. Tingkat kevacuman yang terus berubah akan mempengaruhi bentuk dari silicon chip yang terpasang pada sensor MAP. Perubahan bentuk dari silicon chip

tersebut juga akan mempengaruhi nilai tahanan dari silicon chip sehingga ikut berubah, nilai tahanan yang berubah ini akan dirubah menjadi sinyal tegangan oleh IC yang ada pada sensor dan selanjutnya nilai tegangan tersebut akan dikirim ke ECU sebagai landasan bagi ECU dalam menentukan jumlah bahan bakar yang harus diinjeksikan oleh injector berdasarkan jumlah udara yang masuk ke intake chamber.

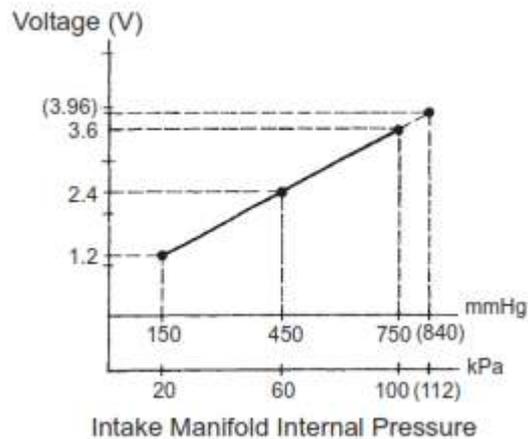
Berikut ini adalah konstruksi dari sensor MAP pada saat bekerja.



Gambar 2. Konstruksi dari sensor MAP selama Bekerja
(Sumber : Sigit Argana 2014)

b Karakteristik dari sensor MAP

Nilai keluaran dari sensor MAP akan berubah sesuai dengan tingkat kevacuman yang ada di *intake chamber*, berikut ini adalah bentuk karakteristik dari perubahan tegangan output dari sensor MAP sesuai dengan tingkat tekanan udara yang ada di *intake chamber* :



Gambar 3. Karakteristik dari sensor MAP
(Sumber : Buku Manual Engine K3-VE)

Dari grafik karakteristik *sensor* di atas dapat diketahui bahwa, semakin besar tekanan udara di *intake chamber* maka nilai output dari sensor akan semakin besar. Dari perubahan nilai output sensor MAP ini ECU akan mengkalkulasikan atau menghitung jumlah bahan bakar yang akan di injeksikan oleh injektor dengan cara jalan mengatur lebar pulsa atau panjang frekwensi sinyal ke injektor sehingga kerja dari injektor dapat diatur.

5. Komponen Alat

a. *Microcontroller*

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umunya dapat menyimpan program didalam umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya, dengan kata lain mikrokontroler adalah versi mini atau mikro dari sebuah komputer karena

mikrokontroler sudah mengandung beberapa *periferal* yang langsung bisa dimanfaatkan, misalnya *port paralel*, *port serial*, *komparator*, konversi *digital* ke *analog* (DAC), konversi *analog* ke *digital* (ADC) dan sebagainya hanya menggunakan sistem *minimum* yang tidak rumit atau kompleks.

Dari pernyataan ahli di atas maka dapat disimpulkan bahwa *microcontroller* adalah sebuah *system microprosesor* yang didalamnya terdapat beberapa komponen internal elektronik yang saling berhubungan satu sama lainnya dan dapat diprogram sesuai dengan keinginan pengguna dengan aturan yang telah ditetapkan oleh pabrik pembuatnya.

b. *Microcontroller Arduino Uno*

Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. Arduino mempunyai banyak jenis, di antaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Fio, dan lainnya. (www.arduino.cc)

Arduino adalah sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, *crystal osilator* 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino

mampu men-*support* mikrokontroler; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.(Feri Djuandi, 2011).



Gambar 4. Board Arduino Uno
(Sumber : <http://www.arduino.cc>)

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. *Port* USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai *port* komunikasi serial.

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin *input analog* dan 14 pin digital *input/output*. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai *output digital* jika diperlukan *output digital* tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin *analog* menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin *analog* menjadi output digital, pin *analog* yang pada keterangan *board* 0-5 kita ubah menjadi

pin 14-19. dengan kata lain pin *analog* 0-5 berfungsi juga sebagai pin *output digital* 14-16.

Sifat *open source* arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan *board* ini, karena dengan sifat *open source* komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan *syntax* bahasa pemrogramannya sehingga mempermudah kita dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroller.

Tabel 2. Spesifikasi Arduino Uno

No	Type	Spesifikasi
1	Microcontroller	ATmega328P
2	Operating Voltage	5V
3	Input Voltage (recommended)	7-12V
4	Input Voltage (limit)	6-20V
5	Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
6	PWM Digital I/O Pins	6
7	Analog Input Pins	6
8	DC Current per I/O Pin	20 mA
9	DC Current for 3.3V Pin	50 mA
10	Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
11	SRAM	2 KB (ATmega328P)
12	EEPROM	1 KB (ATmega328P)
13	Clock Speed	16 MHz
14	LED_BUILTIN	13
15	Length	68.6 mm
16	Width	53.4 mm
17	Weight	25

Sumber : Www. Arduino.cc

c. Rangkaian DAC (*Digital Analog Converter*)

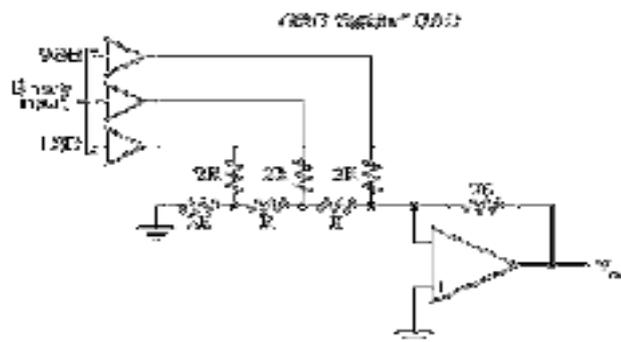
Menurut Widodo Budiharto (2010: 125) ”DAC berfungsi untuk mengubah input *biner* (digital) menjadi output analog. Rangkaian DAC ini dapat dibagi menjadi dua bentuk rangkaian, yaitu rangkaian DAC dengan model R/2” dan model R/2R.

1) DAC model R/2”

Rangkaian DAC ini dikenal juga sebagai DAC *binary-weighted*, adalah sebuah variasi dari penjumlahan *inverse* dari rangkaian op-amp. Output tegangan keluaran merupakan jumlah dari seluruh input tegangan yang diinversi.

2) DAC model R/2R

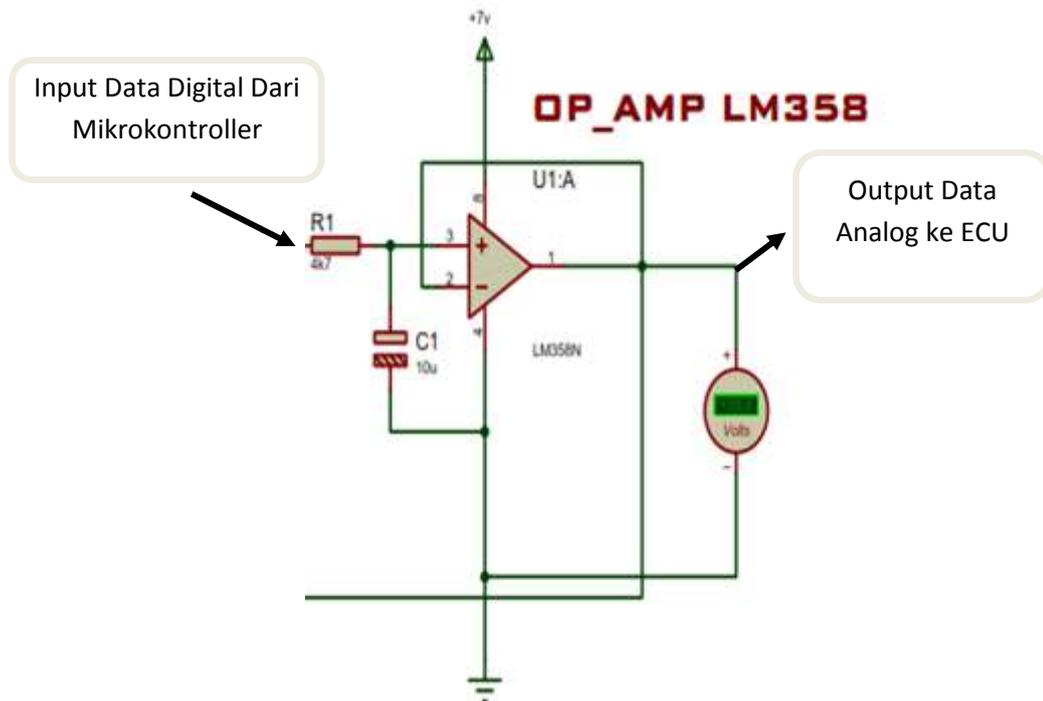
Metode ini bekerja dengan memainkan besar arus, besar tegangan output adalah nilai resistor R dikalikan dengan total arus yang melewatinya.



Gambar 5. Rangkaian DAC dengan metode R/2R

Dalam Penelitian ini, rangkaian DAC digunakan untuk mengubah data digital (*biner*) yang dihasilkan oleh mikrokontroller menjadi data analog (tegangan) yang nantinya akan digunakan sebagai tegangan keluar yang akan

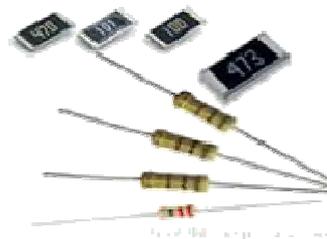
dikirim ke ECU kendaraan. DIBawah ini merupakan bentuk rangkaian DAC yang digunakan peneliti dalam mengubah data digital ke analog.



Gambar 6. Rangkaian DAC yang digunakan

Rangkaian DAC di atas menggunakan beberapa komponen elektronik untuk dapat mendukung kerja dari rangkaian DAC agar bisa berfungsi, diantaranya yakni sebagai berikut.

a) *Resistor*



Gambar 7. Bentuk Resistor
(Sumber: Dickson Kho)

Resistor adalah sebuah komponen elektronik yang berfungsi sebagai tahanan dalam suatu rangkaian elektronika. Menurut Putra dan Irma

(2013:1)”sifat resistor adalah menghambat aliran arus listrik, dalam konteks ini menghambat bukanlah memutus sehingga bahan yang dapat melakukannya adalah bahan semi-konduktor atau bahan konduktor dengan jumlah tertentu”. Sejalan dengan itu menurut Dickson Kho menyatakan bahwa ”Komponen elektronika pasif yang memiliki nilai resistensi atau hambatan tertentu yang berfungsi sebagai penghambat atau mengatur aliran listrik dalam suatu rangkaian”.

Dapat diambil kesimpulan bahwa resistor merupakan suatu komponen elektronika yang berfungsi sebagai hambatan dan membatasi arus listrik yang mengalir didalam suatu rangkaian elektronik.

b) *Capasitor*



Gambar 8. Bentuk Capasitor
(Sumber: Dickson Kho)

Menurut Putra dan Irma (2013:26) ”Capasitor adalah suatu alat yang dapat menyimpan energy didalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik”. Sejalan dengan itu, Richard Blocher (2004: 61) menyatakan ”Capasitor pada dasarnya dibentuk dari dua plat logam yang terpisah oleh isolator. Ketika belum ada muatan pada plat logam, diantara plat logam belum ada medan listrik, maka belum ada belum ada voltase antara kedua plat tersebut.”

Jadi, dapat disimpulkan bahwa kapasitor adalah suatu komponen elektronika yang terbuat dari dua plat logam yang terpisah oleh isolator dimana fungsinya adalah untuk menyimpan energy didalam medan listrik.

c) *Dioda*

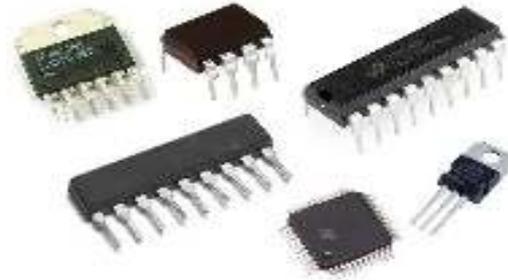


Gambar 9. Bentuk Dioda
(Sumber: Dickson Kho)

Menurut Putra dan Irma (2013:76) "Dioda merupakan komponen semikonduktor yang berfungsi mengalirkan arus listrik dalam satu arah. Material penyusun diode umumnya terbuat dari silicon, germanium dan selenium." Selain itu menurut Dickson Kho menyatakan "Dioda adalah Komponen Elektronika Aktif yang terbuat dari bahan semikonduktor dan mempunyai fungsi untuk menghantarkan arus listrik ke satu arah tetapi menghambat arus listrik dari arah sebaliknya".

Dari beberapa pendapat maka dapat diambil kesimpulan bahwa diode merupakan suatu elektronika yang terbuat dari bahan semikonduktor yang berfungsi untuk menghantarkan arus listrik satu arah.

d) *IC (Intergrited Circuit)*

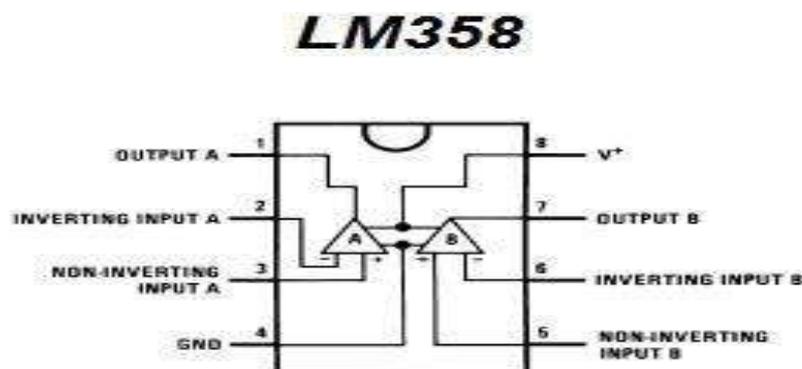


Gambar 10. Bentuk IC
(Sumber: Dickson Kho)

Menurut Putra dan Irma (2013:120) menyatakan "IC (*Integrated Circuit*) adalah suatu komponen elektronika yang dibuat dari bahan semikonduktor, dimana IC merupakan gabungan dari beberapa komponen seperti resistor, Kapasitor, Dioda dan Transistor yang telah terintegrasi menjadi sebuah rangkaian berbentuk chip kecil, IC digunakan untuk beberapa keperluan pembuatan peralatan elektronika agar mudah dirangkai menjadi peralatan yang berukuran relative lebih kecil".

Jadi, dapat disimpulkan IC merupakan komponen yang terdiri dari beberapa macam komponen elektronika yang saling terintegrasi satu sama lain agar mudah dirangkai menjadi rangkaian yang lebih kecil.

(1) IC LM 358



Gambar 11. IC LM 358

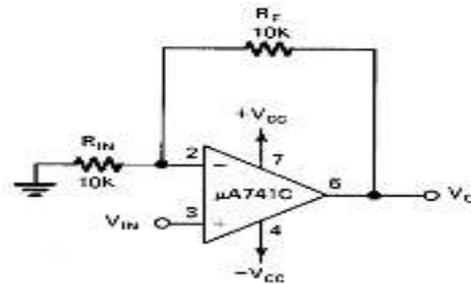
Penguat operasional adalah suatu rangkaian elektronika yang di kemas dalam bentuk rangkaian terpadu (IC). Perangkat ini sering di gunakan sebagai penguat sinyala-sinyal, baik yang *linier* maupun non *linier* terutama dalam system-sistem pengaturan dan pengendalian, instrumentasi, komputasi analog. Keuntungan dari pemakaian penguat operasional ini adalah karakteristiknya yang mendekati ideal sehingga dalam merancang rangkaian yang menggunakan penguat ini lebih mudah dan juga karena penguat ini bekerja pada tingkatan yang cukup dekat dengan karakteristik kerjanya.

Karakteristik utama sebuah penguat operasional yang ideal adalah:

- (a) Impedansi masukan yang tak terhingga
- (b) Impedansi pengeluaran sama dengan nol
- (c) Penguatan *Loop* terbuka tak terhingga

LM 358 merupakan rangkaian terintegrasi yang memiliki dua penguat operasional. Terdiri dari 4 masukan, memiliki faktor penguatan yang besar dan frekuensi internal yang berubah-ubah, yang mana di desain secara spesifik untuk beroperasi dari sebuah *power supply* melalui sebuah range tegangan. IC ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- (a) Frekuensi internal yang dapat di ubah untuk penguatannya.
- (b) Penguatan tegangan yang besar (100dB).
- (c) Memiliki besar *range* tegangan antara 3V-32V.
- (d) Arus bias input rendah (20nA).
- (e) Arus *offset input* rendah (2nA).
- (f) Tegangan *offset input* rendah (2mV).
- (g) Tegangan *output* besar, berkisar 0 sampai (Vcc-1,5V).

(2) IC sebagai penguat tegangan (*Non-Inverting*)

Gambar 12. Rangkaian *non-inverting*
(Sumber: elektronika-dasar.web.id)

Sutikno (2009) menyatakan ”Rangkaian *non-inverting* adalah alat yang berbasis *microcomputer* digunakan pada kendaraan dengan teknologi injeksi dimana kendaraan tersebut sudah dikontrol dengan sebuah unit komputer yang disebut ECU (*Electronic Control Unit*) / ECM (*Engine Control Module*)”. Sebenarnya rangkaian *non-inverting amplifier* adalah alat tambahan dan biasanya di buat oleh pemasar-pemasar *aftermarket* yang bertujuan untuk memanipulasi data, sehingga diharapkan dengan pemakaian rangkaian *non-inverting amplifier* si pengguna mampu membuat data yang baru di luar data yang ada dari pabrikan asli pembuat mobil/motor tersebut, sehingga data yang baru tersebut bisa sesuai dengan yang diinginkan si pemakai, bertujuan untuk menambah power atau sebaliknya.

Selanjutnya, menurut Islahudin (2016:27) menyatakan ”penguat operasional *non-inverting* termasuk dalam system analog *linear*, yaitu sistem yang menghasilkan tegangan keluaran sebanding dengan tegangan masukan yang diberikan. Penguat operasional *non-*

inverting adalah penguat yang sinyal masukannya diberikan pada input *non-inverting* dan menghasilkan *ouput* dengan sudut *fase* sama dengan sudut *fase* tegangan *input*.”

Dari pendapat para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa *non-inverting* adalah alat yang berbasis *microcontroller* yang digunakan pada kendaraan dengan sistem injeksi yang berfungsi sebagai penguat sinyal dimana *fase* sinyal input dan *fase* sinyal output yang dikeluarkan sama, dengan kata lain *non-inverting* adalah rangkaian yang digunakan untuk memanipulasi data yang diberikan oleh sensor ke ECU/ ECM.

d. LCD Display 16 x 2

LCD (*liquid crystal display*) adalah sebuah *display* yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan panel LCD yang terdiri dari banyak *dot* atau titik LCD dan *microcontroller* yang menempel di bagian belakang panel LCD yang fungsinya untuk mengatur titik-titik LCD sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca.



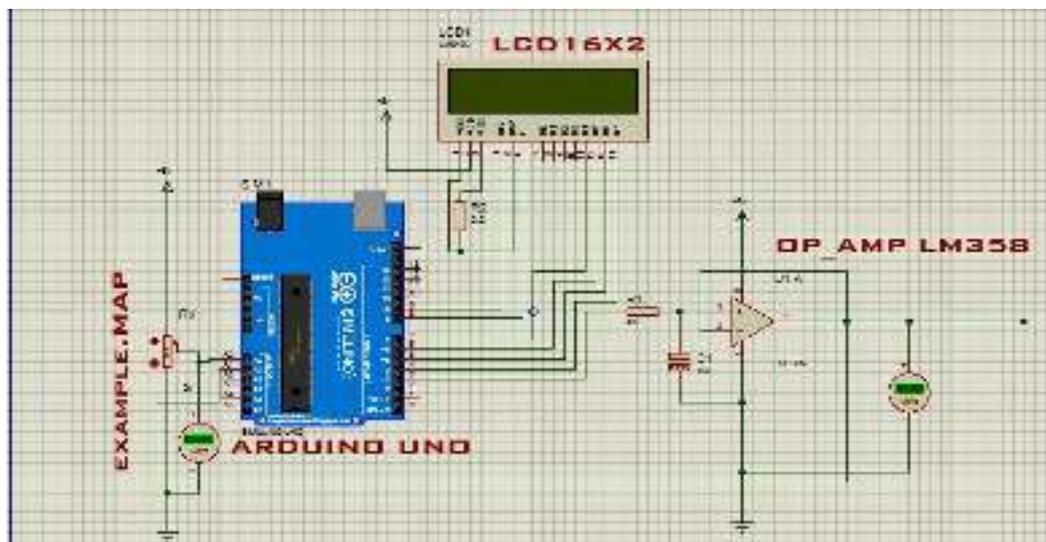
Gambar 13. LCD karakter

Menurut Abdul Kadir, 2013 (dalam Islahudin:2016) menyatakan “Penjelasan pin LCD 2x16 yaitu EN, RS, RW, yaitu untuk jalur EN dinamakan *enable*. Jalur ini difungsikan untuk memberitahu LCD bahwa anda

sedang mengirimkan sebuah data. Untuk mengirimkan data ke LCD, maka melalui program EN harus dibuat logika *low* -0|| dan *set* pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, *set* EN dengan logika -1|| dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan *data sheet* dari LCD tersebut) dan berikutnya *set* EN ke logika *low* -0 lagi.

Kemudian untuk jalur RS adalah jalur register select. Ketika RS berlogika *low* -0, data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti *clear screen*, posisi kursor, dll). Ketika RS berlogika *high* -1||, data yang dikirim adalah *data text* yang akan ditampilkan pada *display* LCD. Sebagai contoh, untuk menampilkan huruf -T|| pada layar LCD maka RS harus di *set* logika *high* -1.

6. Analisis Rangkaian Penguat Tegangan Dengan *Microcontroller* Pada Sensor MAP



Gambar 14. Desain Rangkaian penguat tegangan dengan *microcontroller* pada sensor MAP

Desain rangkaian di atas merupakan rangkaian yang berfungsi untuk memanipulasi data dari sensor MAP yang akan dikirimkan ke ECU.

Rangkaian di atas adalah simulasi rangkaian yang akan memanipulasi data dari sensor MAP, sinyal *input* yang diterima oleh sensor MAP berasal dari ECU yang besar tegangannya adalah 5 *volt*. Kemudian sensor akan merubah tegangan *input* tersebut berdasarkan pembacaan jumlah udara yang masuk ke dalam *intake* dengan memanfaatkan tekanan udara yang masuk, dengan kata lain tegangan keluaran dari sensor akan berubah-ubah sesuai dengan tekanan udara yang ada di *intake*. Sinyal keluaran dari sensor inilah yang nantinya akan dimanipulasi oleh *microcontroller* sesuai dengan keinginan, sehingga keluaran dari sensor MAP akan diperbesar.

B. Penelitian Relevan

Sebelum penelitian ini dilakukan, terdapat penelitian lain yang telah dilakukan dan memiliki hasil yang relevan dengan penelitian ini yakni sebagai berikut.

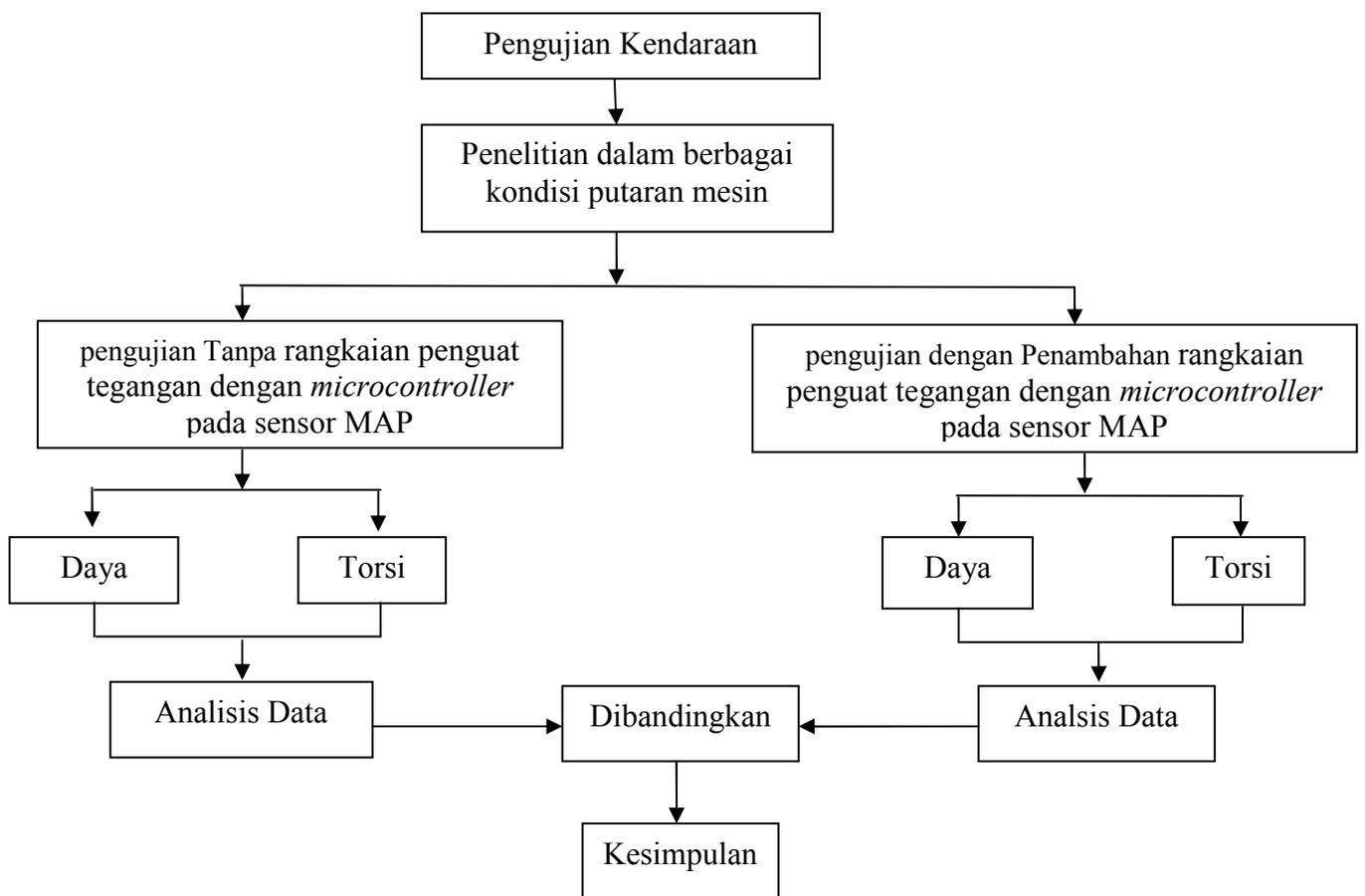
1. David Yulian (2017) dengan judul penelitian "Pengaruh Penggunaan *Non-Inverting Amplifier* Terhadap Daya dan Torsi Pada Sepeda Motor Yamaha V-IXION". Hasil penelitian menunjukkan daya tertinggi tanpa menggunakan *non-inverting amplifier* adalah sebesar 14,13 HP pada kondisi 10.167 RPM, sedangkan daya tertinggi dengan menggunakan *non-inverting amplifier* adalah 17,1 HP, dapat disimpulkan terjadi peningkatan daya sebesar 2,97 HP (17,44%). Torsi tertinggi tanpa menggunakan *non-inverting amplifier* adalah 10,46 N.m pada kondisi 8112 RPM, sedangkan dengan menggunakan *non-inverting amplifier* adalah 11,55 N.m, torsi mengalami peningkatan sebesar 1,09 N.m (9,66 %).

2. Sidik Argana (2014) dengan jurnal penelitian yang berjudul perancangan manipulasi MAP untuk mengoptimalkan waktu akselerasi mesin”Terdapat pengaruh yang signifikan optimalisasi waktu pada saat akselerasi dengan manipulasi *Manifold Absolute Pressure* dimana hasilnya sesuai dengan hipotesa penelitian”.
3. Rafiq Aulia Sasono (2015) yang menyatakan”Sensor MAP adalah sensor yang mengukur atau untuk mengetahui jumlah udara yang masuk kedalam *intake manifold*, apabila sensor ini rusak maka penginjeksian bahan bakar tidak akurat dan kinerja mesin menjadi buruk.
4. Toto Sugiarto (2013) yang menyatakan bahwa”meningkatnya putaran mesin akan mengakibatkan terjadinya penurunan kevakuman pada saluran intake manifold. Pada kecepatan rendah (750 rpm) kevakuman udara yang melalui MAP adalah rata-rata adalah 29,00 Kpa, pada putaran menengah (2000 rpm) kevakumannya 26,67 Kpa, dan pada putaran tinggi (5000 rpm) kevakuman udara yang melalui MAP sebesar 27,33 Kpa.”

C. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual digunakan untuk menjelaskan hubungan antar variabel yang diteliti. Pada penelitian ini kerangka konseptual berfungsi untuk memberikan gambaran secara lebih jelas mengenai perubahan daya dan torsi dengan menambahkan rangkaian rangkaian penguat tegangan dengan *microcontroller* pada sensor MAP Toyota Avanza. Pada penelitian ini, kendaraan diberikan perlakuan yang berbeda yaitu tanpa menggunakan

rangkaian tambahan rangkaian penguat tegangan dengan *microcontroller* pada sensor MAP dan yang menggunakan rangkaian tambahan rangkaian penguat tegangan dengan *microcontroller* pada sensor MAP. Dapat dilihat pada kerangka berfikir berikut ini.



Gambar 15. Kerangka Konseptual

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, kajian teori, dan kerangka konseptual yang penulis telah uraikan di atas, maka pertanyaan penelitian yang dapat dikemukakan dalam penelitian ini adalah:

1. Dengan menambahkan rangkaian penguat tegangan dengan *microcontroller* pada sensor MAP, berapakah besarnya perubahan daya dan torsi yang dihasilkan oleh kendaraan Toyota Avanza ?

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah penulis uraikan diatas, maka penulis dapat menyimpulkan beberapa yaitu :

1. Berdasarkan data dan hasil penelitian yang telah dilakukan pada kendaraan Toyota Avanza 1.3 G, terdapat peningkatan daya yang dihasilkan oleh kendaraan dengan penggunaan alat penguat tegangan output pada sensor MAP. Daya tertinggi yang dihasilkan oleh kendaraan tanpa menggunakan alat penguat tegangan yaitu 44,17 Kw pada putaran 6.524 rpm. Sedangkan daya tertinggi yang dihasilkan oleh kendaraan dengan menggunakan alat penguat tegangan output pada sensor MAP yaitu terjadi pada peningkatan tegangan sebesar 0,5 V dengan daya sebesar 82,1 Kw pada putaran 6206 rpm. Dari data tersebut terjadi peningkatan daya sebesar 37,93 Kw atau sebesar 85,87 %.
2. Berdasarkan data dan hasil penelitian yang telah dilakukan pada kendaraan Toyota Avanza 1.3 G, terdapat peningkatan torsi yang dihasilkan oleh kendaraan dengan penggunaan alat penguat tegangan output pada sensor MAP. Torsi tertinggi yang dihasilkan oleh kendaraan tanpa menggunakan alat penguat tegangan yaitu 103,27 N.m pada putaran 1.538 rpm. Sedangkan torsi tertinggi yang dihasilkan oleh kendaraan dengan menggunakan alat penguat tegangan output pada sensor MAP yaitu terjadi pada peningkatan tegangan sebesar 0,5 V

dengan daya sebesar 132,6 N.m pada putaran 5727 rpm. Dari data tersebut terjadi peningkatan daya sebesar 29,33 N.m atau sebesar 28,4%.

3. Penggunaan penguat tegangan pada output sensor MAP ke ECU berpengaruh terhadap daya dan torsi yang dihasilkan oleh kendaraan Toyota Avanza 1.3 G. Penggunaan penguat tegangan pada output sensor MAP ke ECU hasilnya signifikan terhadap daya dan torsi dengan rata-rata nilai t_{hitung} lebih besar dari nilai t_{tabel} sebesar 2,776.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini masih terbatas pada peningkatan tegangan sensor MAP saja, sehingga perlu dilakukan penelitian terhadap sensor-sensor lainnya sehingga hasil dari penelitian dapat lebih akurat.
2. Hendaknya peneliti lain melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan penguat tegangan output sensor MAP terhadap konsumsi bahan bakar spesifik dan emisi gas buang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, Berenschot. 1980. *Motor Bensin*. Jakarta: Erlangga.
- Argana, Sidik. 2014. Perancangan Percobaan Manipulasi MAP Untuk Mengoptimalkan Waktu Akselerasi Mesin. <http://karya.ilmiah.um.ac.id>. Diakses
- Atmel. 2003. *Microcontroler with 16k bytes In-Sistem Programmable Flash Atmega16, & Atmega 16L*. Atmel Corporation.
- Blooecher, Richard. 2004. *Dasar Eloktronika*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Budiharto, Widodo dan Sigit Firmansyah. 2010. *Elektronika Digital dan Mikroprosesor*. Yogyakarta : CV. ANDI OFFSET
- Djuandi, Feri. 2011. Pengenalan Arduino. www.tobuku.com. Diakses tanggal 30 Maret 2018
- Hasan Maksum, dkk. 2012. *Teknologi Motor Bakar*. Padang: UNP Press.
- Hidayat, Wahyu. 2012. *Motor Bensin Moderen*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Indriantoro, Nur, dkk (2002). *Metodologi Penelitian Bisnis Untuk Akuntansi dan Manajemen*. Yogyakarta : BPFE
- Islahudin, D. 2016. *Rancang Bangun Sound Level Meter Berbasis Microcontroller Atmega 8. (Skripsi)*.
- Jalius Jama, dkk. (2008). *Teknologi Sepeda Motor*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK.
- Kho, Dickson. 2014 . *Komponen-Komponen Elektronika*. <http://elektronika-dasar.web.id>. Diakses 28 Maret 2018
- Nugraha, Beni Setya. 2007. *Aplikasi Teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektrik (EFI) Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Sepeda Motor*. Jurnal Ilmiah Populer dan Teknologi Terapan, Vol. 5.No. 2.Hlm.692-706
- Nur Zeid, Abdillah. 2014. *Pengaruh Penggunaan Elektroliser Dengan Variasi Diameter Kawat Tembaga dan Variasi Jenis Larutan Terhadap Emisi Gas Buang Co Dan Hc Sepeda Motor Honda Supra X 125d Tahun 2007*. Skripsi : UNIVERSITAS SEBELAS MARET