

# PENGUKURAN KINERJA MOBIL TERHADAP PENGGUNAAN PIGGYBACK PADA ELECTRONIC CONTROL UNIT



Christian. W. Assah<sup>1)</sup>, Janny. O. Wuwung<sup>2)</sup>, Sherwin R.U.A. Sompie<sup>3)</sup>  
Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi, Jl. Kampus Bahu – Unsrat Manado, 95115  
E-mail : [christianassah09@gmail.com](mailto:christianassah09@gmail.com)<sup>1)</sup>, [Jannywuwung@gmail.com](mailto:Jannywuwung@gmail.com)<sup>2)</sup>,  
[aldo@unsrat.ac.id](mailto:aldo@unsrat.ac.id)<sup>3)</sup>.



**Abstract** - New innovations in order to meet the needs of car consumers who want a change in the performance of cars that are more powerful and fuel efficient, have made car electronic device manufacturers compete to make a tool called a piggyback. Piggyback is placed in car engines in electronic installations related to the electronic control unit by manipulating and engineering the signals on the sensors that will be received by the Electronic Control Unit (ECU). The purpose of this test is to determine the extent of the influence or relationship of piggyback installation on the Electronic Control Unit on car performance. For this reason, tests are carried out to determine the changes in power and torque in the car using a dynamometer test, namely before and after installing the piggyback on the car's electronic control unit. Testing with a dynamometer produces data in the form of a graph of the change in power and torque of the five cars, namely 3 petrol cars and 2 diesel cars. It can be concluded that the installation of piggyback on the electronic control unit of the car shows an increase in car performance with a very strong correlation value, varying between 0.659 - 0.998. Mechanical testing (torque and horse power) remain in contact with electricity. By using the basic theory of op-amp, when simulated calculations, the results show piggyback function can improve the performance of the car.

**Keyword** : Performance, piggyback , ECU

**Abstrak** - Inovasi baru dalam rangka memenuhi kebutuhan konsumen mobil yang menginginkan adanya perubahan performa/kinerja mobil yang lebih bertenaga dan irit dalam penggunaan bahan bakar, membuat pabrikan piranti elektronik mobil berlomba-lomba membuat alat bantu yang namanya *piggyback*. *Piggyback* ini ditempatkan pada mesin mobil pada instalasi elektronik yang berkaitan dengan *elektronik control unit* dengan cara memanipulasi dan merekayasa sinyal pada sensor yang akan diterima oleh *Electronic Control Unit* (ECU). Tujuan dari

pengujian ini adalah untuk mengetahui sejauhmana pengaruh atau hubungan pemasangan *piggyback* pada *Elektronik Control Unit* terhadap kinerja mobil? Untuk itu dilakukan pengujian untuk mengetahui perubahan tenaga dan torsi pada mobil dengan menggunakan alat uji *dynamometer* yakni sebelum dan sesudah pemasangan *piggyback* pada *electronic control unit* mobil.. Pengujian dengan *dynamometer* ini menghasilkan data berupa grafik perubahan tenaga dan torsi dari lima mobil yang dilakukan yakni 3 mobil bensin dan 2 mobil diesel dan dapat disimpulkan bahwa pemasangan *piggyback* pada *electronic control unit* mobil menunjukkan peningkatan kinerja mobil dengan nilai korelasi yang sangat kuat, bervariasi diantara 0,659 – 0,998. Pengujian secara mekanis (*torque dan horse power*) tetap berhubungan dengan elektro. Dengan menggunakan dasar teori Op-Amp, ketika di simulasikan perhitungannya, hasilnya menunjukkan fungsi *piggyback* dapat meningkatkan kinerja mobil.

**Kata Kunci** : Performa, piggyback , ECU

## I. PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi dibidang otomotif saat ini dan meningkatnya jumlah produksi kendaraan dari tahun ke tahun, membuat produsen kendaraan bermotor berlomba-lomba untuk menciptakan inovasi baru demi memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen. Banyak kendaraan saat ini diciptakan dengan mempertimbangkan berbagai macam pengembangan seperti type, model, teknologi

dan kelengkapan fitur yang mendukung gaya hidup, hobi (balapan mobil) dan kebutuhan lain konsumen seperti kinerja/ performa mobil yang lebih bertenaga, dan irit dalam pemakaian bahan bakar.

Pada dasarnya semua mobil keluaran terbaru dalam dua dekade terakhir sudah menggunakan *Electronic Control Unit* (ECU). Dengan penggunaan ECU ini, semua control yang berhubungan dengan mesin dan performa mobil diatur secara otomatis oleh

ECU, misalnya pengaturan pengapian busi, proses pengaturan bahan bakar (karburator) yang telah digantikan dengan pembakaran injeksi, mengontrol udara yang masuk dalam area pembakaran mesin sehingga gas buangnya memenuhi standar ramah lingkungan dan lain lain.

Semakin panjang usia mobil, apalagi digunakan sehari-hari dan menempuh perjalanan yang panjang, mengakibatkan kinerjanya semakin menurun. Untuk mendongkrak kinerja mobil, pada dasarnya dapat dilakukan dengan cara *tune up*, *remapping ECU* mobil atau dengan menambah suatu piranti elektronik yang dinamakan *piggyback*.

Semua pabrikan mobil sudah menyetel ECU sesuai dengan sistem masing-masing produknya dengan setingan standart semua di set pada batas aman dan nyaman untuk kendaraan itu sendiri. Tapi bila mau meningkatkan peforma dan kecepatan mobil banyak para pengguna yang melakukan *upgrading* dengan cara memasang alat turbo atau dengan memasang alat yang bernama *piggy back*. Alat ini bekerja memanipulasi ECU standar bawaan mobil, sehingga parameter yang sudah ditentukan oleh pabrikan mobil bisa diubah oleh tuner sesuai dengan keinginannya. Dengan demikian maka peforma atau kinerja mobil akan meningkat dari sebelumnya. Inilah yang menjadi tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui pengaruh perbedaan antara sebelum dan sesudah penggunaan *piggyback* pada *Electronic Control Unit* pada kinerja mobil. Untuk mengetahui kinerja atau performa mobil, perlu diketahui parameter apa yang mempengaruhi kinerja mobil sebagai berikut :

### 1. Torsi (*torque*)

Torsi adalah kemampuan sebuah mesin untuk menggerakkan mobil dari kondisi diam hingga bisa berjalan.

Penerapan torsi adalah saat piston bergerak kebawah mendorong poros engkol mesin melalui batang piston pada langkah usaha. Dorongan yang besar pada piston akan menyebabkan penerapan torsi yang lebih besar pula. Oleh karena itu, tekanan pembakaran yang lebih tinggi akan menghasilkan jumlah torsi yang lebih besar. Sedangkan torsi dalam pengertian otomotif adalah ukuran gaya putar yang dihasilkan oleh mesin agaimana yang kemudian disalurkan ke *gearbox* transmisi dan selanjutnya ke roda penggerak.

### 2. Daya (*power*)

Pengertian sederhana dari daya /tenaga kuda atau sering disebut *horse power* (HP) adalah daya yang dibutuhkan untuk memindahkan beban dalam jarak dan waktu tertentu.

Definisi lain juga mengatakan bahwa daya atau *power* adalah kemampuan seberapa cepat mobil dapat mencapai kecepatan tertentu. Jadi *power* lebih berpengaruh terhadap kecepatan mobil.

Daya Efektif (*brake horsepower/bhp*) atau Daya Poros adalah . daya yang dihasilkan oleh mesin (*indicated horse power/ihp*).dikurangi daya gesekan (*friction horse power/fhp*) akibat gesekan yang terjadi didalam

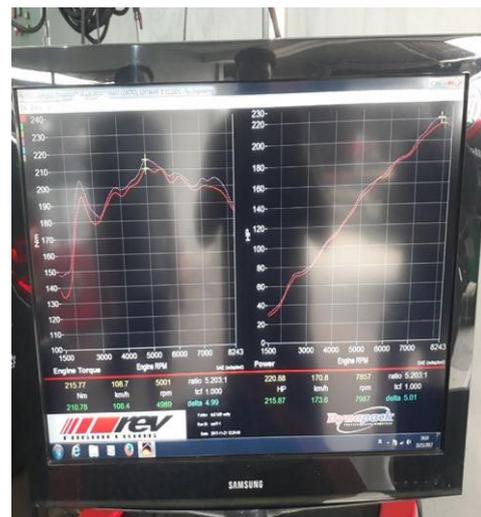
mesin. Jadi hubungan ketiganya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Bhp = ihp - fhp$$

### 3. *Dynamometer*

*Dynamometer* adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur tenaga atau daya yang dikeluarkan atau dihasilkan dari suatu mesin kendaraan bermotor. *Dynamometer* atau *dynotest*, adalah sebuah alat yang juga digunakan untuk mengukur putaran mesin/RPM dan torsi dimana tenaga/daya yang dihasilkan dari suatu mesin atau alat yang berputar dapat dihitung.

*Dynotest* hanya mengukur 2 (dua) hal secara berhubungan, yaitu : RPM dan Torsi (*Torque*) pada RPM tertentu.



Gambar 1. Grafik *Dynotest* pada komputer

:Dalam pengetesan *dynamometer* hasil terlihat pada layar komputer atau di-print. Hasil *dyno* biasanya berupa grafik. Gambar grafik pengujian tunggal terdiri dari satu grafik, hasil dari beberapa kali running yang diambil rata-rata. dari hasil tersebut dapat dilihat kenaikan sebelum dan sesudah dipasang *piggyback*, dan *peak point*. *Peak point* adalah nilai Y tertinggi yang berada di X tertentu. Misalnya tenaga maksimum sebesar 120 dk pada 11.000 rpm (X=rpm, Y=tenaga). Dalam grafik ini juga dapat dilihat X maksimum menghasilkan Y tertentu (rpm/putaran mesin tertinggi yang dicapai menghasilkan *power* tertentu setelah melewati *peak point*). Bentuk grafik merupakan karakter asli dari mesin yang diuji.

### 4. *Piggyback*

*Piggyback* merupakan sebuah *chip microcomputer* yang digunakan oleh mobil *tuning injection* yang sebelumnya telah dikontrol oleh teknologi computer yang sering dikenal dengan ECU (*Electronic Control Unit*). *Piggyback* berfungsi untuk memanipulasi data yang ada dalam ECU sehingga data

yang masuk ke dalam ECU sesuai dengan keinginan pemilik mobil .

Ada berbagai merk *Piggyback* yang dijual di pasaran saat ini seperti Dastek Unichip, A'PEXI ,dan lain-lain.

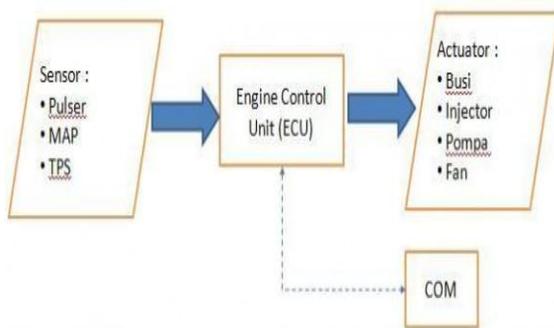


Gambar 2. Gambar *Piggyback Powerplug*

### 5. *Electronic Control Unit ( ECU )*

ECU atau juga sering disebut *Engine Control Module (ECM)* ada juga yang menyebut sebagai *Powertrain Control Module (PCM)* adalah merupakan "otak" dari sistem yang mengontrol kerja mesin, kelistrikan, hingga fitur. Jika ECU tidak berfungsi dengan baik maka sistem yang mengatur kerja mesin pasti akan terganggu.

#### Blok Diagram Prinsip Kerja ECU



Gambar 3 : Prinsip Kerja ECU

Sensor merupakan input dari sistem *Electronic Control Unit (ECU)* dimana akan berfungsi sebagai pemberi sinyal. Terdapat dua jenis sinyal sensor, yaitu: sinyal analog dan sinyal discrete. *Discrete signal* berupa skala biner dimana hanya ada ON atau OFF (1 atau 0, Benar atau salah), contoh nya : *push button*. Sedangkan sinyal analog menggunakan prinsip rentang suatu nilai antara “ nol hingga skala penuh ”. Contohnya: TPS (*Throttle Position sensor*) dan MAP (*Manifold Air Pressure*).

Signal analog bisa berupa tegangan atau arus listrik yang akan diproporsionalkan oleh nilai integer mikrokontroler ECU, contohnya : pembacaan Throttle ‘ 0 % hingga 100%’ akan dikeluarkan sensor TPS dengan nilai tegangan ‘ 0V – 5V ‘ nilai ini akan dikonversikan menjadi nilai integer ‘ 0 – 32767 ‘

*Electronic Control Unit (ECU)* memiliki tiga bagian utama, yaitu: mikrokontroler, *memory system* dan *power supply system*. Data yang diambil dari sensor akan diproses seluruh aktivitas itu terjadi pada mikrokontroler *Electronic Control Unit (ECU)* secara aritmatik dan logic, yaitu: operasi logika, *sequential, timer, counter* dan ADC serta mengendalikan kerja sistem secara keseluruhan.

Mikrokontroler *Electronic Control Unit (ECU)* akan menghitung sinyal input dari pulser (*Crankshaft position sensor*) secara counter dan timer sehingga dapat menentukan dengan tepat kapan waktu pengapian dan jumlah bahan bakar yang sesuai harus di-injeksi ke dalam mesin kendaraan sesuai dengan RPM kendaraan.

Hasil data yang diproses oleh *Electronic Control Unit (ECU)* akan dikeluarkan berupa sinyal digital untuk menjalankan actuator. Lamanya waktu Injector untuk menginjeksikan bahan bakar akan sesuai dengan perhitungan di dalam mikrokontroler *Electronic Control Unit (ECU)*, begitu juga dengan waktu pengapian.

COM berfungsi sebagai media komunikasi *Electronic Control Unit (ECU)* dengan alat interface lain, contohnya: Laptop, Komputer atau handphone. Dari media COM-lah dapat dilakukan perubahan nilai dari parameter-parameter waktu pengapian dan injeksi.

## II. METODE PENGUJIAN

### A. Bahan dan Alat

#### 1. *Piggyback* .

Cara kerja dari *piggyback* ini adalah mendeteksi sinyal yang ditransfer dari *Electronic Control Unit (ECU)*, kemudian akan memanipulasi sinyal tersebut dan akan mentransfer kembali ke mesin. Teknologi ini digunakan untuk mengirit bahan bakar maupun setting menambah tenaga mobil “*horse power*”

#### 2. Mobil

Mobil adalah kendaraan darat yang digerakan oleh tenaga mesin, biasanya menggunakan Bahan Bakar Minyak (BBM) untuk menghidupkannya. Umumnya mobil mobil keluaran dua decade terakhir telah menggunakan *Electronic Control Unit (ECU)* pada mesinnya.

#### 3. *Dynamometer*

Alat ini akan digunakan untuk menguji serta melihat perubahan tenaga dan torsi yang dihasilkan oleh mesin mobil sebelum dan sesudah dilakukan pemasangan *piggyback*.

## B. Implementasi

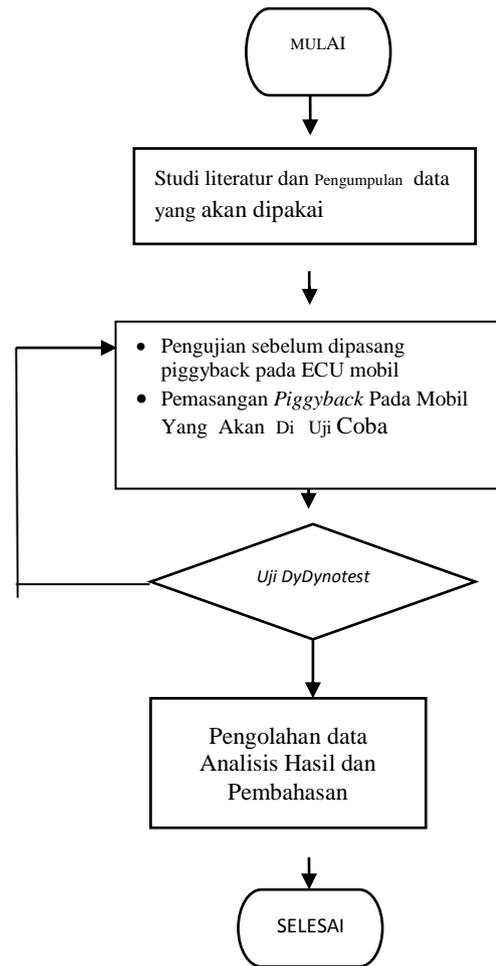
### 1. Konsep Pengujian

Untuk mengetahui perubahan tenaga dan torsi pada mobil dilakukan secara eksperimen menggunakan alat uji *dynamometer* yakni sebelum dan sesudah pemasangan *piggyback* pada *electronic control unit* mobil. Pengujian dengan *dynamometer* ini akan menghasilkan data berupa grafik perubahan tenaga dan torsi yang dikeluarkan oleh mesin mobil. Data berupa grafik yang diperoleh dari proses pengujian akan dianalisa untuk mendapatkan hasil terbaik dari perubahan tenaga dan torsi dari masing mobil yang diuji.

### 2. Langkah Kerja Pengujian

- Menyiapkan alat dynotest dengan menghidupkan perangkat komputer dan blower udara.
- Menaikan mobil pada perangkat dynotest dan menempatkan roda depan atau belakang pada penahan serta depan atau belakang pada *roller input* (tergantung jenis mobil putaran roda muka atau putaran roda belakang).
- Pasang pengait dan kencangkan agar kendaraan tidak berubah posisi ketika dilakukan *running test*.
- Pasang input sensor putaran pada kabel busi.
- Hidupkan kendaraan dan lakukan *running test* hingga didapat data performa terbaik.
- Ulangi langkah tersebut diatas dengan memasang *piggyback* pada *electronic Control Unit*, lalu lakukan *running test* kembali.
- Mengalisa dan memilih data terbaik yang didapat selama pengujian.
- Mencetak data yang dipilih kedalam print out.
- Setelah selesai, turunkan kendaraan dari alat uji dynotest.

## C. Prosedur Pengujian



## D. Pengujian Statistik

Untuk menentukan hubungan antara uji coba hasil sebelum dan sesudah dipasang *piggyback* pada *Electronic Control Unit (ECU)* digunakan analisa statistic korelasi sederhana.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pengujian Dynotest

Hasil pengukuran dynometer yang menggambarkan berapa besar *torque*(Nm) dan *power* (BHp) yang dihasilkan dalam keadaan standart dan setelah dipasang piggyback pada ECU terhadap 5 mobil yang diuji.

**Tabel 1. Hasil Pengukuran Besarnya Torque (Nm) pada**

Mobil Bensin						
Nissan Elgrand			Swift MT		Mobilio AT	
RPM	Torque	Torque	Torque	Torque	Torque	Torque
	Std	PPb	Std	PPb	Std	PPb
1500	127.9	178.8	109.7	115.4	133	171.9
2000	143.3	179.8	129.6	138.2	141	176.8
2500	161.5	178.5	132.5	137.3	157.3	195.7
3000	177.1	190.7	137	148.6	181.6	203.2
3500	183.9	196.2	141.2	151	183.4	197.2
4000	179.8	201.8	141	149	180.2	188.6
4500	159.7	200	139.9	152.3	173.8	181.7
5000	170.8	199.6	136.5	150.2	164	171.7
5500	174.2	202.9	136.6	150.2	149.3	157
6000	177.4	200.5	128.6	142.6	141	143.3
6500	176.6	184.8	111.9	128	126.7	141.1
7000					128.1	136.6

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Keterangan :

Std = Standar sebelum dipasang *piggyback*

PPb= Dengan pemasangan *piggyback*

**Tabel 2. Hasil Pengukuran Besarnya Horse power (BHP) pada Mobil Bensin**

Mobil Bensin						
Nissan Elgrand			Swift MT		Mobilio AT	
RPM	BHP	BHP	BHP	BHP	BHP	BHP
	Std	PPb	Std	PPb	Std	PPb
1500	35.9	50.2	23.1	24.3	28	36.2
2000	50.3	63.1	36.4	38.8	39	50.2
2500	68	75.2	46.5	48.2	55.2	68.7
3000	87	93.7	57.7	62.5	76.5	86
3500	103.3	110.2	69.4	74.2	90.1	96.9
4000	113.6	127.5	79.4	83.7	101.2	106
4500	112.1	140.4	88.4	96.2	108.8	114.8
5000	131.9	154.1	95.8	105.4	115.1	120.6
5500	146.7	170.9	105.5	116	115.3	121.2
6000	161.9	183	108.3	120.1	118.6	124.9
6500	173.6	181.6	102.1	116.8	115.6	128.8
7000					123.9	133.3

Sumber : Hasil Pengolahan Data

**Tabel 3. Hasil Pengukuran Besarnya**

Torque (Nm) pada Mobil Diesel				
Fortuner VNT		Pajero Sport D		
RPM	Torque	Torque	Torque	Torque
	Std	PPb	Std	PPb
1500	294.4	295.8	147.7	192.8
2000	398.2	471.9	261.4	341.2
2500	399.2	522.3	335.6	424
3000	355.2	489.1	363.6	438.8
3500	328.3	419.2	356.3	422.1
4000	281.9	355.3	328.5	389.8
4500			20.7	329.2
5000				

Sumber : Hasil Pengolahan Data

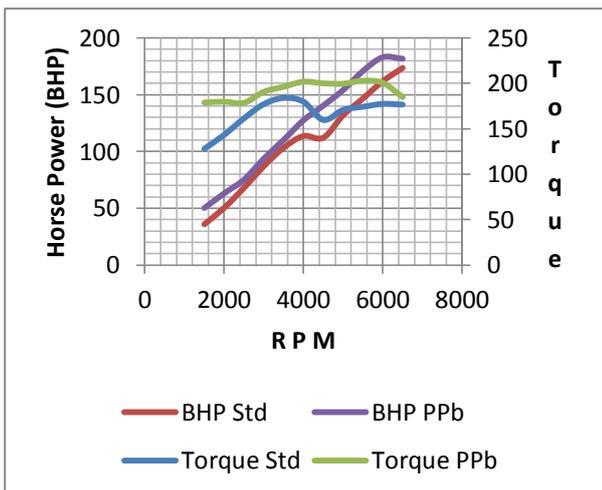
**Tabel 4. Hasil Pengukuran Besarnya**

Horse power (BHP) Mobil Diesel				
D4D Fortuner		Pajero Sport D		
RPM	BHP	BHP	BHP	BHP
	Std	PPb	Std	PPb
1500	62	62.3	31.1	40.6
2000	111.8	132.5	73.4	95.8
2500	140.1	183.3	117.8	148.8
3000	149.6	208	153.1	184.8
3500	161.3	206	175.1	207.4
4000	158.3	199.5	184.5	218.9
4500			164.7	208
5000				

Sumber : Hasil Pengolahan Data

## B. Analisis Hasil Pengujian Pemasangan Piggyback pada ECU

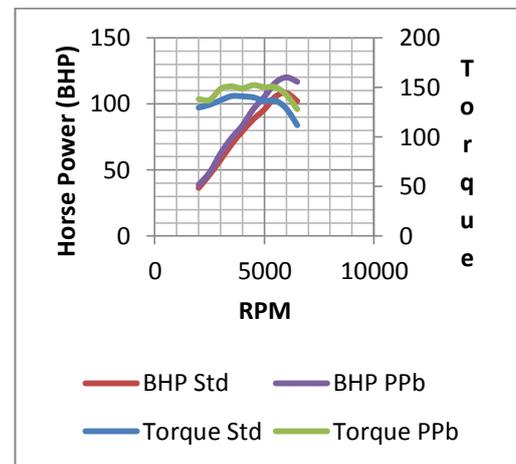
Salah satu indikator yang menunjukkan kinerja mobil tergambar dari *torque* (torsi) yang dihasilkan, yang merupakan kemampuan mesin untuk menggerakkan/ memindahkan mobil dari kondisi diam dan berjalan. Indikator yang lain adalah *power* yang menggambarkan seberapa cepatnya kendaraan itu mencapai suatu kecepatan tertentu yang diukur dengan satuan *horse power* (BHP) dihasilkan. Hasil pengujian kinerja torsi dan *power* sebelum dan sesudah pemasangan *piggyback* ditampilkan pada gambar hasil *dyno* sebagai berikut :



Keterangan gambar : Std = standart, PPb = Pemasangan *Piggyback*

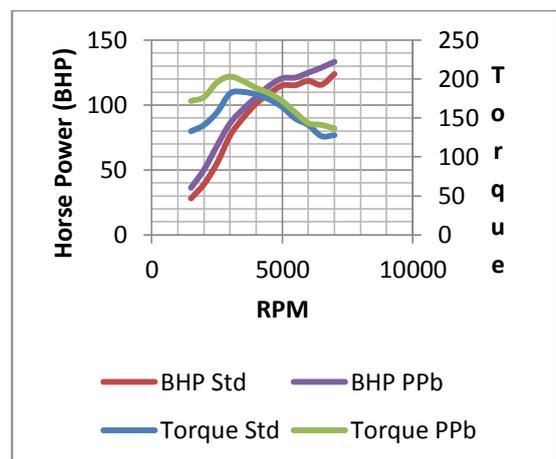
**Gambar 4. Grafik Pengukuran Torque (Nm) dan Horse Power (BHP) Mobil Elgrand**

Pada mobil Elgrand , pengujian dalam kondisi standart menunjukkan bahwa kurva besaran torsi yang dihasilkan berfluktuasi naik turun dan hasil yang tertinggi atau peaknya terdapat pada angka 183,9 Nm pada putaran mesin 3500 RPM. Setelah dilakukan pemasangan *piggyback*, besaran torsinya meningkat menjadi 200,5 Nm pada putaran mesin 6000 RPM, atau mengalami peningkatan torsi .sebesar 16,6 Nm. Sedangkan tenaga atau power yang dihasilkan menunjukkan pada uji coba dalam keadaan standart menghasilkan tenaga yang tertinggi sebesar 173,6 BHP pada putaran mesin 6500 RPM, dan setelah pemasangan *piggyback* meningkat menjadi 181,6 BHP pada putaran mesin 6500 RPM atau meningkat sebesar 18 BHP.



**Gambar 5. Grafik Pengukuran Torque (Nm) dan Horse Power (BHP) Mobil Swift MT.**

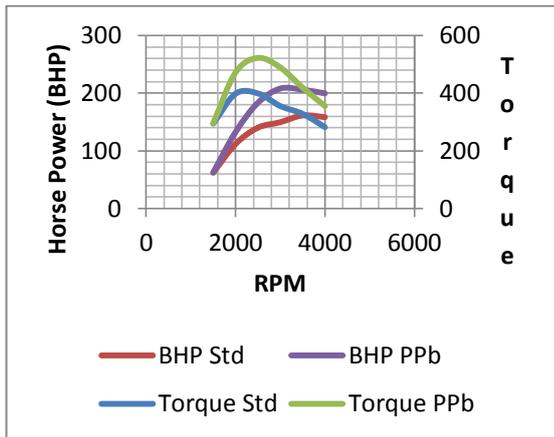
Pada mobil Swift MT , pengujian dalam kondisi standart menunjukkan kurva yang naik dan menurun dimana titik puncaknya yang menggambarkan besaran torsi yang dihasilkan adalah 141,2 Nm pada putaran mesin 3500 RPM. Setelah dipasang *piggyback* pada ECU torsinya meningkat menjadi 152,3 Nm pada putaran mesin 4500 RPM atau mengalami peningkatan sebesar 11,1 Nm. Pada pengukuran untuk melihat perubahan yang dihasilkan pada tenaga atau *horse power*, dalam keadaan standart menghasilkan tenaga yang tertinggi sebesar 108,3 BHP pada putaran mesin 6000 RPM, dan setelah dipasang *piggyback* menghasilkan tenaga tertinggi sebesar 120,1 BHP pada putaran mesin 6000 RPM, atau meningkat sebesar 11,8 BHP..



**Gambar 6. Grafik Pengukuran Torque (Nm) dan Horse Power (BHP) Mobil Mobilio AT**

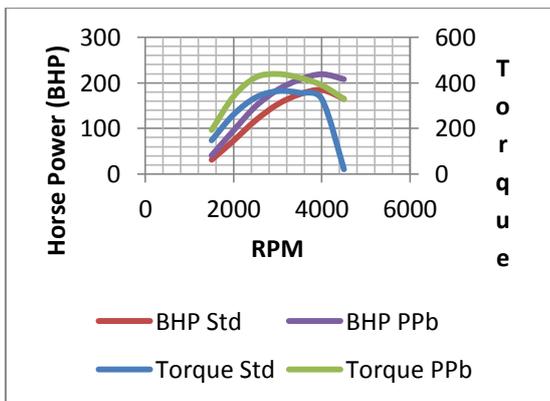
Untuk mobil Mobilio AT , pengujian dalam kondisi standart menunjukkan bahwa kurva besaran torsi yang dihasilkan berfluktuasi naik turun dan hasil yang tertinggi atau peaknya terdapat pada angka 183,4 Nm pada putaran mesin 3500 RPM. Setelah dilakukan pemasangan *piggyback*, besaran torsinya meningkat menjadi 203,2 Nm pada putaran mesin 3000 RPM, atau mengalami peningkatan torsi .sebesar 19,8 Nm. Sedangkan tenaga atau *power* yang dihasilkan menunjukkan pada uji coba dalam keadaan standart

menghasilkan tenaga yang tertinggi sebesar 123,9 BHP pada putaran mesin 7000 RPM, dan setelah pemasangan *piggyback* meningkat menjadi 133,3 BHP pada putaran mesin 7000 RPM atau meningkat sebesar 9,4 BHP.



**Gambar 7. Grafik Pengukuran Torque (Nm) dan Horse Power (BHP) Mobil D4D Fortuner VNT**

Pada mobil D4D Fortuner VNT , pengujian dalam kondisi standart menunjukkan kurva yang naik dan menurun dimana titik puncaknya yang menggambarkan besaran torsi yang dihasilkan adalah 399,2 Nm pada putaran mesin 2500 RPM. Setelah dipasang *piggyback* pada ECU torsinya meningkat menjadi 522,3 Nm pada putaran mesin 2500 RPM atau mengalami peningkatan sebesar 123,1 Nm. Pada pengukuran untuk melihat perubahan yang dihasilkan pada tenaga atau *horse power*, dalam keadaan standart menghasilkan tenaga yang tertinggi sebesar 161,3 BHP pada putaran mesin 3500 RPM, dan setelah dipasang *piggyback* menghasilkan tenaga tertinggi sebesar 208 BHP pada putaran mesin 3000 RPM, atau meningkat sebesar 46,7 BHP. Pada mobil diesel ,walaupun dalam uji coba digunakan *gear* atau gigi porsneling yang tinggi atau sama dengan mobil bensin, tanpa menancap pedal gas lebih tinggi atau RPM rendah , titik peak torsi dan *horse power* bisa didapatkan.



**Gambar 8. Grafik Pengukuran Torque (Nm) dan Horse Power (BHP) Mobil Pajero Sport Dakar**

Pengujian pada mobil Pajero Sport Dakar ,dalam kondisi standart menunjukkan kurva yang naik dan menurun dimana titik puncaknya yang menggambarkan besaran torsi yang dihasilkan adalah 363,6 Nm pada putaran mesin 3000 RPM. Setelah dipasang *piggyback* pada ECU torsinya meningkat menjadi 438,8 Nm pada putaran mesin 3000 RPM atau mengalami peningkatan sebesar 75,2 Nm. Pada pengukuran untuk melihat perubahan yang dihasilkan pada tenaga atau *horse power*, dalam keadaan standart menghasilkan tenaga yang tertinggi sebesar 184,5 BHP pada putaran mesin 4000 RPM, dan setelah dipasang *piggyback* menghasilkan tenaga tertinggi sebesar 218,9 BHP pada putaran mesin 4000 RPM, atau mengalami peningkatan tenaga sebesar 34,4 BHP..

#### 4.3. Korelasi Hasil Pengukuran Uji Dynometer

Pengujian statistic terhadap nilai nilai hasil pengukuran *dynometer* terhadap 3 mobil bensin dan 2 mobil diesel. Nilai korelasi sebelum (standar) dan sesudah pemasangan *piggyback* (PPb) pada *electronic control unit* (ECU) baik pengukuran perubahan *torque* dan maupun perubahan tenaga atau *horse power*, dapat dilihat pada tabel dan penjelasan sebagai berikut :

**Tabel 5: Nilai Korelasi Hasil Pengujian Dynometer sebelum dan sesudah dipasang piggyback pada ECU.**

Jenis Mobil	r Pengaruh Perubahan	r Pengaruh Perubahan
	pada Torque (Nm)	pada horse power (BHP)
Nissan Elgrand	0,659	0,988
Swift MT	0,949	0,998
Mobilio AT	0,823	0,996
D4D Fortuner VNT	0,894	0,990
Pajero Sport Dakar	0,707	0,997

Pada mobil Elgrand dapat dikemukakan bahwa hubungan antara hasil uji dynotest terhadap perubahan besaran torque dalam keadaan standar dan ketika dipasang piggyback adalah kuat dengan  $r = 0,659$ , sedangkan pada tenaga (*horse power*) menunjukkan pengaruh yang sangat kuat dengan  $r = 0,988$ .

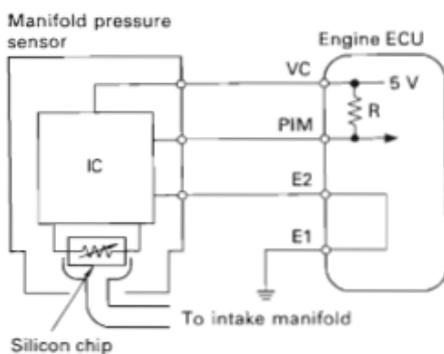
Pengujian pada mobil Swift MT, menunjukkan bahwa dalam perlakuan uji *dynamometer* yang sama, menghasilkan pengaruh atau hubungan yang sangat kuat baik *torque* sebesar  $r = 0,949$  maupun tenaga (*horse power*) dengan  $r = 0,998$ .

Selanjutnya pada mobil Mobilio AT dapat dikemukakan bahwa hubungan antara hasil uji *dynotest* terhadap perubahan besaran *torque* dalam keadaan standar dan ketika dipasang *piggyback* adalah kuat dengan  $r = 0,823$ , sedangkan pada tenaga (*horse power*) menunjukkan pengaruh yang sangat kuat dengan  $r = 0,996$ .

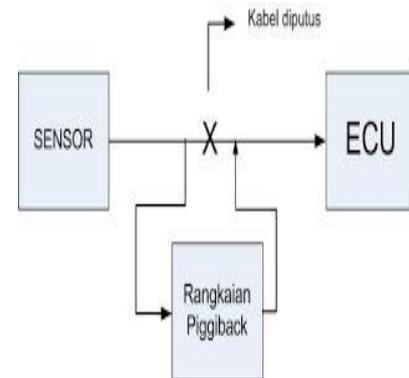
Pengujian selanjutnya pada mobil . diesel, menunjukkan bahwa korelasi atau hubungan antara sebelum dan sesudah pemasangan *piggyback* pada *electronic control unit* dengan pemasangan *piggyback* mobil diesel baik *race chip* maupun *power plug* menunjukkan pengaruh yang sangat kuat. Mobil D4D Fortuner VNT, untuk *torque*  $r = 0,894$  dan *horse power*  $r = 0,99$ . Sedangkan untuk mobil Pajero Sport Dakar, *torque*  $r = 0,707$  dan *horse power*  $r = 0,997$ .

#### 4.4. Hubungan Pengujian Mekanis (*Torque dan Horse Power*) dengan Elektro

Gambar dibawah ini menunjukkan bahwa dalam keadaan standar output dari sensor MAP langsung diteruskan ke *Electronic Control Unit* (ECU).

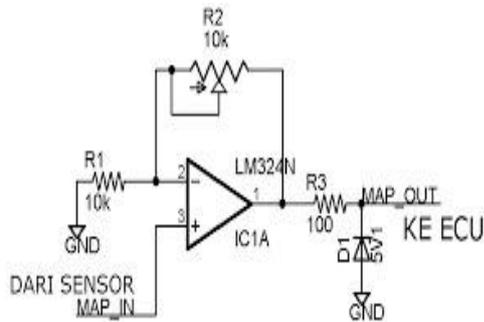


Silicon chip pada sensor MAP pada gambar disamping menghasilkan perubahan tegangan pada terminal PIM berdasarkan besaran tekanan udara di dalam *intake manifold* yang diukur dengan satuan kPa (kilo Pascal). **Variabel resistor** yang berhubungan dengan silicon chip akan memberikan tegangan yang berubah ubah berdasarkan tingkat kevakuman udara. Besaran tekanan udara ini oleh sensor MAP dikonversi menjadi besaran listrik dalam bentuk besaran tegangan dengan satuan Volt. Selanjutnya keluaran sensor ini diteruskan ke ECU sebagai informasi kondisi banyak sedikitnya (tekanan) udara di dalam *intake manifold* dan hal ini terjadi pada terminal PIM. Dengan melihat data hasil pengujian torsi dan *horse power* (BHP) pada tabel 1 dan 2, dimisalkan dalam keadaan standar (sebelum dipasang *piggyback*) mobil Elgrand pada putaran 1500 RPM, torsi adalah 127,9 Nm dan tenaga atau *horse power* adalah 35,9 BHP, dan tegangan yang dikeluarkan oleh sensor MAP sebesar 1,5 volt. Tegangan inilah yang diteruskan dan dibaca oleh ECU sebesar 1,5 Volt.



Ketika di pasang *piggyback*, dilakukan perubahan tegangan yang masuk pada ECU dengan memotong kabel yang ke ECU. Tegangan yang dikeluarkan oleh sensor MAP menjadi MAP in sebesar 1,5 volt melewati *piggyback* dirubah misalkan menjadi 2 volt (MAP out). Tegangan 2 volt inilah yang diteruskan dan dibaca oleh ECU. Dan tegangan inilah yang merubah performa atau kinerja mobil dengan torsi yang meningkat dari 127,9 Nm menjadi 178,8 Nm dan tenaga atau *horse power* dari 35,9 BHP menjadi 50,2 BHP. Dengan demikian dengan putaran RPM yang sama yakni 1500, terjadi kenaikan kinerja mobil yang cukup memadai.

*Piggyback* pada dasarnya dibuat untuk memanipulasi kerja ECU. Sebagai contoh bagaimana BBM mempengaruhi kinerja mobil, sensor pada MAP merupakan sensor yang paling mempengaruhi besar kecilnya durasi bahan bakar yang disemprotkan. Dengan memanipulasi sensor ini maka dapat dibuat penggunaan bahan bakar lebih gemuk atau lebih kurus atau lebih hemat. Pada rangkaian *piggyback* sederhana dengan Op-Amp non inverting dapat dijelaskan sebagai berikut :



**Gambar 9. Rangkaian Piggyback Sederhana dengan Op-Amp non inverting**

Keterangan rangkaian :

- Untuk R2 sebaiknya memakai multitone (resistor variabel dengan banyak putaran), supaya didapatkan hasil yang teliti .
- R3 dan diode zener 5.1 V dipakai untuk membatasi nilai tegangan output, jika > 5.1 V di cut menjadi 5.1 Volt.(sebagai pengaman)
- IC LM324 didalamnya ada 4 buah Op-Amp yang bisa dipakai. Untuk rangkaian di atas, yang digunakan hanya 1 buah Op-Amp saja..

Secara matematis jika mengkalikan MAP input dengan nilai tetap (konstanta) tertentu, maka akan didapatkan persamaan :

$$\text{MAP out} = m \times \text{MAP in}.$$

Pada contoh diatas dimisalkan saat akselerasi rendah putaran 1500 RPM tegangan pada sensor MAP yang dari 1,5 volt (MAP in) dirubah oleh piggyback menjadi 2 volt (MAP out), maka persamaannya menjadi :

$$\text{MAP out} = (2/1.5) \times \text{MAP in}$$

$$\text{MAP out} = 1.33 \times \text{MAP in}$$

Kalau MAP out = Y, dan MAP in = X, maka bentuk persamaannya adalah :

$$Y = m \cdot X \text{ atau,}$$

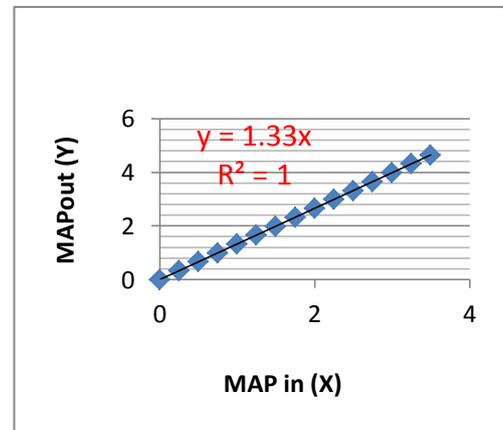
$$Y = 1,33 \cdot X$$

Kondisi perubahan tegangan (volt) MAP in dan MAP out pada persamaan tersebut diatas dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

**Tabel 6. : Nilai Perubahan Tegangan (volt) MAP in dan MAP out**

No	MAP in (X)	MAP out (Y)
1	0	0
2	0.25	0.33
3	0.5	0.67
4	0.75	1.00
5	1	1.33
6	1.25	1.66
7	1.5	2.00
8	1.75	2.33
9	2	2.66
10	2.25	2.99
11	2.5	3.33
12	2.75	3.66
13	3	3.99
14	3.25	4.32
15	3.5	4.66

Persamaan tersebut diatas berbentuk linear dimana sumbu X menunjukkan MAP in dan Sumbu Y menunjukkan MAP out. Didalam grafik dibawah ini  $R^2 = 1$  atau hubungan yang sempurna. Koefisien determinasi (**R Square** atau **R kuadrat**) atau disimbolkan dengan "R2" bermakna sebagai sumbangan pengaruh yang diberikan variabel bebas atau variabel independent (X) terhadap variabel terikat atau variabel dependent (Y).



**Gambar 10. Grafik hubungan MAP in (X) dan MAP out (Y)**

Sekarang persamaan diatas dirubah menjadi rangkaian elektronik dengan menggunakan dasar teori tentang Op-Amp Non Inverting,

$$V_{out} = (1 + R_f/R_g) V_{in}$$

menjadi :

$$\text{MAP out} = (1 + R_2/R_1) \times \text{MAP in}$$

$$\text{dimana } (1 + R_2/R_1) = 1.33,$$

$$\text{maka } R_2/R_1 = 1.33 - 1$$

$$R_2/R_1 = 0,33$$

$$R_2 = 0.33 \times R_1.$$

$$R_2 = 0.33 \times 10 \text{ k}$$

$$= 1.33 \text{ K Ohm}$$

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa jika menginginkan persamaan  $Y = 1.33 X$ , dimana X = MAP in dan Y = MAP out, maka R2 harus di set ke 1.33 K Ohm. Naik turunnya tegangan (volt) yang dikeluarkan oleh sensor MAP (MAP in) setelah melewati piggyback (MAP out) menghasilkan tegangan bervariasi sebagaimana pada table 4.9 yang selanjutnya diteruskan ke ECU dan diolah oleh ECU.

Besarnya tegangan pada sensor MAP berpengaruh pada lebarnya pulsa sinyal ke injector (dalam satuan milli detik) setelah diolah oleh ECU. Semakin lebar pulsa yang diberikan, yaitu semakin lama injector saat ON, maka semakin banyak bahan bakar yang disemprotkan pada ruang pembakaran. Pada saat tekanan intake manifold besar (akselerasi), udara yang masuk ke dalam intake manifold banyak, tegangan yang dihasilkan oleh sensor MAP adalah besar. Informasi ini dibaca oleh ECU untuk diolah dan selanjutnya ECU memberikan sinyal perintah ke injector berupa pulsa yang lebar agar tetap dapat tercapai air fuel ratio (AFR) 14,7 : 1. Demikian pula pada saat tekanan intake manifold kecil (deselerasi),

udara yang masuk ke dalam intake manifold sedikit, tegangan yang dihasilkan oleh sensor MAP adalah kecil. Informasi ini dibaca oleh ECU untuk diolah dan selanjutnya ECU memberikan sinyal perintah ke injektor berupa pulsa yang sempit agar tetap tercapai *air fuel ratio* (AFR) 14,7 : 1.

Pada sistem kontrol pengapian, besar tegangan sensor MAP yang dihasilkan berpengaruh terhadap maju-mundur sinyal perintah ke koil pengapian. Pada saat tekanan intake manifold besar (akselerasi), udara yang masuk ke dalam intake manifold banyak, tegangan yang dihasilkan oleh sensor MAP adalah besar. Informasi ini dibaca oleh ECU untuk diolah dan selanjutnya ECU memberikan sinyal perintah ke koil berupa pulsa / waktu pengapian yang dimundurkan dengan tujuan dihasilkan tenaga dan torsi yang optimal dan tidak terjadi knocking (detonasi). Demikian pula pada saat tekanan intake manifold kecil (deselerasi), udara yang masuk ke dalam intake manifold sedikit, tegangan yang dihasilkan oleh sensor MAP adalah kecil. Informasi ini dibaca oleh ECU untuk diolah dan selanjutnya ECU memberikan sinyal perintah ke koil berupa pulsa yang dimajukan dengan tujuan tetap dihasilkan tenaga dan torsi yang optimal dan tidak terjadi getaran atau knocking (detonasi). Jadi disini peran ECU secara otomatis sebagai penyeimbang.

Contoh penggunaan dan pemasangan piggyback ke ECU tersebut diatas ,khususnya penggunaan bahan bakar (BBM) memperlihatkan pengaruhnya pada kinerja / performa mobil.

Dengan demikian pengujian electro/electronic seperti pemasangan piggyback tetap akan berhubungan dan berdampingan dengan pengujian mekanis.

#### IV. KESIMPULAN

Piranti electronic piggyback merupakan salah satu alat yang memanipulasi kerja electronic control unit (ECU) mobil yang lebih diarahkan untuk mendapatkan efisiensi penggunaan bahan bakar dan peningkatan kinerja mobil yang ditunjukkan oleh peningkatan nilai/ value torque(Nm) dan horse power (BHP) berdasarkan pengujian dynamometer/dynotest.

Dari pengujian lima mobil yang dilakukan yakni 3 mobil bensin dan 2 mobil diesel untuk mengetahui performa atau kinerjanya sebelum dan sesudah dipasang piggyback pada electronic control unit dengan menggunakan dynamometer/ dynotest, maka dapat disimpulkan bahwa pemasangan piggyback pada electronic control unit mobil menunjukkan peningkatan pada kinerja mobil.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2009. Mengenal Dynotest Lebih Dalam. Diakses dari <http://www.blackxperience./autotips/detail/mengenal-dyno-test-lebih-dalam>. Tanggal 5 Pebruari 2020.
- Anonim. 2013. *Dynotest Report*. Diakses dari [http://w.w.w. hiocan.com/hasil\\_pengujian/dynotest\\_report](http://w.w.w. hiocan.com/hasil_pengujian/dynotest_report). Tanggal 4 Pebruari 2020.
- Anonim. 2013. *Dynamometer*. Diakses dari <http://dyno-wave.blogspot.co.id/>. Pada Tanggal 4 Pebruari 2020.
- Anonim. 2015. Apa Bedanya Torsi dan Tenaga ?. Diakses dari [www.toyota.astra.co.id/conect/news/article/apa-bedanya-torsi-dan-tenaga/](http://www.toyota.astra.co.id/conect/news/article/apa-bedanya-torsi-dan-tenaga/). Tanggal 5 Pebruari 2020.
- Anonim. 2017. Pengaruh Piggyback pada mobil harian. Diakses dari <https://sportku.com/read/21693/pengaruh-piggyback-untuk-mobil-harian>. Tanggal 5 Pebruari 2020.
- Anonim. 2018. Beda Tenaga Kuda VS Torsi pada Mobil. Diakses dari <http://carusermag2.com/beda-tenaga-kuda-vs-torsi-mobil>. Pada tanggal 4 Pebruari 2020.
- Anonim. 2020 *Piggyback Power plug*. Diakses dari <https://jualbeli-Modifikasi.com/mesin/ECU-piggyback-electronic>. Tanggal 31 Januari 2020.
- Arfian Alamsyah. 2018. Mengenal Lebih Dalam apa itu *Electronic Control Unit* (ECU) . Diakses dari <https://mobimo.com/perawatan-mobil/mengenal-lebih-dalam-apa-itu-electronic-control-unit-ecu> .Tanggal 5 Pebruari 2020.
- Asep Saefudin *et al*, 2009. *Statistika Dasar*: Grasindo, Jakarta
- Arismunandar. 2005. *Motor Bakar Torak*. Bandung : ITB.
- Berita Industri. 2019. Mengukur Performa Mesin Mobil dengan *Chassis Dynamometer*. Tanggal 17 Januari 2020.
- Christian Tan. 2019. *ECU Tuning*, Amankah ? Diakses dari <https://chzautos.com/2019/05/07/ecu-tuning-aman-kah>. Tanggal 31 Januari 2020.
- Dwi Wahyu. R. 2017 . Cara Membaca *Dynotest* pada Mesin Mobil. Diakses dari <https://www.gridoto.com/read/22100485/cara-membaca-dynotest>. Tanggal 4 Pebruari 2020.
- Henri. 2012. Parameter Performa Mesin. Diakses dari <https://www.scribd.com/document/95394242/Parameter-Performa-Mesin>. Pada tanggal 5 Pebruari 2020.
- Kholil. 2013. Pengertian *Dynamometer*. Diakses dari <http://aki--dartaq.blogspot.co.id/2013/03/pengertian-dynamometer.html>. Pada tanggal 4 Pebruari 2020.
- Mustafa Iman 2016. Mengenal Sistem ECU pada kendaraan bermesin injeksi. Diakses dari <https://beritagar.id/artikel/otogen/mengenal-sistem-ecu-pada-kendaraan-bermesin-injeksi>. Tanggal 5 Pebruari 2020.

Ovi Sardjan, AS. 2013. *Dyno (Dynamometer): Fungsi, Kegunaan Dan Jenis*. Diakses dari <http://mobil.sportku.com/berita/news/bisnis-teknologi/29609-dyno-dynamometer-fungsi-kegunaan-dan-jenis>. Pada Tanggal 4 Pebruari 2020.

Ruswanto, Bambang. 2006. *Asas-Asas Fisika*. Jakarta : Yudhistira.

Taufan Rizaldy Putra .2019. *Proses Pemasangan Piggyback Mobil, Ternyata Butuh Waktu Segini*. Diakses dari <https://www.gridoto.com/read/221844160/proses-pemasangan-piggyback-ternyata-butuh-waktu-segini>. Tanggal 10 Pebruari 2020.

Yusuf Affandy. 2014. *Dynamometer*. Diakses dari <https://yususfafandi11.wordpress.com/2014/03/07/dynamometer>. Tanggal 5 Pebruari 2020.

Penulis bernama lengkap Christian Winstein Assah, anak kedua dari dua bersaudara. Lahir di Manado pada tanggal 20 Agustus 1995. Penulis menempuh pendidikan pertama di TK Eben Haezar Manado tahun



2000-2001, kemudian melanjutkan ke SD Eben Haezar Manado tahun 2001-2007. Selanjutnya masuk SMP Katolik Pax Christi Manado tahun 2007 – 2010 dan SMA Negeri 1 Manado tahun 2010 – 2013., kemudian melanjutkan studi di Fakultas Teknik Jurusan elektro Universitas Sam Ratulangi Manado . Penulis melaksanakan Kerja Praktek di PT. PLN (Pesero) Wilayah Suluttenggo, AP2B Sistem Minahasa, selama 2 bulan yaitu tanggal 5 Juni 2017 – 4 Agustus 2017.