

STUDI PENGGUNAAN MANIPULATOR TEGANGAN PADA SENSOR TEKANAN BAHAN BAKAR MESIN DIESEL COMMON RAIL DITINJAU DARI DAYA & KONSUMSI BAHAN BAKAR

Nike Nur Farida¹, Ratna Monasari², Chandra Gunawan³, Supa K. Aji⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

¹nikenfarida@polinema.ac.id

²rmonasari@polinema.ac.id

³cgunawan@polinema.ac.id

⁴supa.kusuma@polinema.ac.id

Abstrak—Pada sistem mesin diesel common rail, seluruh sistem bahan bakar diatur secara elektronik oleh perangkat komputer yang disebut ECU. ECU memiliki program yang dapat menghitung jumlah bahan bakar berdasarkan input dari sensor. Program tersebut telah memiliki rentang atau ukuran yang dipatenkan oleh produsen produk tersebut. Oleh karena itu, jumlah dan tekanan bahan bakar yang diperlukan dalam berbagai kondisi sudah ditentukan. Penelitian ini membuat alat manipulator tegangan sensor yang dipakai untuk merubah inputan sensor tekanan bahan bakar yang akan dikirimkan ke ECU. Dengan alat manipulator sensor ini diharapkan mampu merubah output dari sensor tekanan bahan bakar untuk memodifikasi inputan ECU. Voltase keluaran dari sensor tekanan bahan bakar dapat diatur sesuai kebutuhan dan tidak terikat pada voltase keluaran yang telah dipatenkan oleh perusahaan. Hal ini memungkinkan untuk mengubah daya yang dihasilkan oleh kendaraan dan mengurangi konsumsi bahan bakar. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Langkah awalnya adalah mengambil data uji daya kendaraan dalam kondisi normal, dengan voltase output sensor tekanan bahan bakar pada 1,28 V, diturunkan 0,2 (1,08 volt), turun 0,1 (1,18 volt), dinaikkan 0,1 (1,38 volt), dan naik 0,2 (1,48 volt). Pengambilan data dilakukan menggunakan alat uji daya dan alat uji konsumsi bahan bakar. Hasil dari penelitian ini menunjukkan daya tertinggi pada kecepatan 80 km/jam terjadi pada voltase 1,38volt dan 1,48volt dengan daya sebesar 103 HP. Tekanan bahan bakar yang optimal menghasilkan pengkabutan yang baik, memastikan campuran antara bahan bakar dan udara di ruang bakar menjadi homogen, dan menghasilkan daya paling maksimal. Hasil dari pengujian konsumsi bahan bakar menunjukkan konsumsi bahan bakar paling rendah terjadi pada kecepatan kendaraan 40 km/jam dengan voltase sensor tekanan bahan bakar sebesar 1,38 volt, yaitu sekitar 0,615 cc/detik. Dapat disimpulkan bahwa tegangan 1,38volt menghasilkan tekanan bahan bakar paling optimal. Buka throttle valve dan pedal masih sedikit terbuka, sehingga jumlah bahan bakar yang masuk ke ruang bakar juga terbatas sehingga konsumsi bahan bakar menjadi sangat irit.

Kata Kunci: diesel common rail; manipulator sensor tekanan bahan bakar; daya; konsumsi bahan bakar

Abstract—In a common rail diesel engine system, the entire fuel system is regulated electronically by a computer device called the ECU. The ECU has a program that can calculate the amount of fuel based on inputs from the sensor. This program has a range or size that is patented by the product manufacturer. Therefore, the amount and pressure of fuel required under various conditions is determined. This research creates a sensor voltage manipulator tool that is used to change the fuel pressure sensor input, which will be sent to the ECU. With this sensor manipulator tool, it is hoped that you will be able to change the output of the fuel pressure sensor to modify the ECU input. The output voltage from the fuel pressure sensor can be adjusted according to needs and is not tied to the output voltage that has been patented by the company. This makes it possible to change the power produced by the vehicle and reduce fuel consumption. This research is using experimental methods. The initial step is to take vehicle power test data under normal conditions, with the fuel pressure sensor output voltage at 1.28 V, reduced by 0.2 (1.08 volts), decreased by 0.1 (1.18 volts), increased by 0, 1 (1.38 volts), and up 0.2 (1.48 volts). Data collection was carried out using a power test tool and a fuel consumption test tool. The results of this research show that the highest power at a speed of 80 km/h occurs at a voltage of 1.38 volts and 1.48 volts, with a power of 103 HP. Optimal fuel pressure produces good misting, ensures the mixture of fuel and air in the combustion chamber is homogeneous, and produces maximum power. The results of the fuel consumption test show

that the lowest fuel consumption occurs at a vehicle speed of 40 km/hour with a fuel pressure sensor voltage of 1.38 volts, which is around 0.615 cc/second. It can be concluded that a voltage of 1.38 volts produces the most optimal fuel pressure. The throttle valve and pedal openings are still slightly open, so the amount of fuel entering the combustion chamber is also limited, so fuel consumption is very economical.

Keywords: Diesel common rail, manipulation fuel pressure sensor , power, fuel consumption

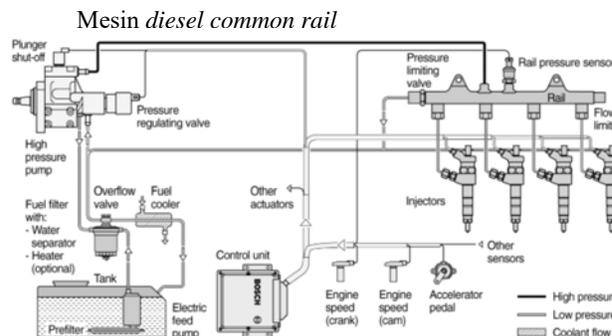
PENDAHULUAN

Saat ini, penggunaan mesin diesel terus mengalami peningkatan yang cukup besar tiap tahunnya. Penggunaan mesin diesel meluas dalam sektor transportasi, termasuk moda darat dan laut. Beberapa alasan mengapa mesin diesel sesuai untuk digunakan dalam transportasi adalah efisiensi yang tinggi, daya tahan, dan keandalan yang superior dibandingkan dengan sebagian besar jenis mesin lainnya. Lebih lanjut, efisiensi kalor yang lebih tinggi dari mesin bensin membuat mesin diesel dianggap lebih hemat dalam penggunaan bahan bakar [1].

Mesin diesel memiliki rasio kompresi yang tinggi, yakni lebih tinggi daripada motor bensin. Perbedaan ini disebabkan karena pada motor bensin, proses pembakaran bahan bakar dibantu oleh busi sehingga tidak memerlukan rasio kompresi yang tinggi. Rasio kompresi pada mesin diesel berkisar antara 15 hingga 30 : 1, sementara pada kendaraan bensin adalah 6 hingga 12 : 1. Dengan rasio kompresi yang lebih tinggi, mesin diesel menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan dengan mesin bensin.

Mesin *diesel common rail* berfokus pada pengendalian melalui *Engine Control Unit* (ECU). Pada sistem mesin *diesel common rail*, seluruh sistem bahan bakar diatur secara elektronik oleh perangkat komputer yang disebut ECU. ECU menggunakan bantuan sensor-sensor untuk menyediakan informasi mengenai kondisi mesin, dan juga dibantu oleh actuator untuk melaksanakan perintah komputer guna meningkatkan efisiensi kerja mesin. Prinsip kerja dari mesin *diesel common rail* hampir sama dengan EFI pada mesin bensin dengan cara bahan bakar dialirkan melalui pipa *rail* dan dikontrol secara elektronik waktu penginjeksiannya maupun jumlah bahan bakar yang diinjeksikan [2]

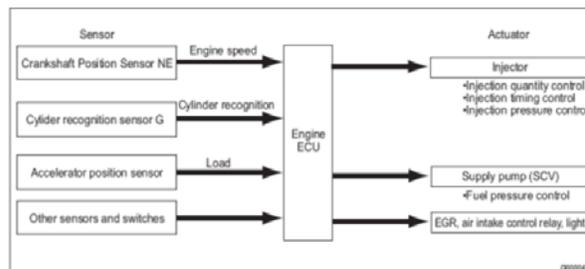
Mesin diesel generasi sebelumnya dikenal memiliki efisiensi bahan bakar yang lebih baik daripada mesin bensin dengan kapasitas mesin serupa. Namun, dengan penerapan teknologi elektronik untuk mengontrol khususnya bahan bakar pada mesin *common rail*, efisiensi dan kinerja mesin diesel telah mengalami peningkatan yang signifikan, mengungguli mesin diesel konvensional baik dari segi performa maupun efisiensi bahan bakar [3].



Gbr. 1 Sistem Kontrol Bahan Bakar pada *Diesel common rail* [4]

Mesin *diesel common rail* merupakan suatu rangkaian sistem bahan bakar diesel yang terintegrasi dengan rangkaian elektronik untuk menyemprotkan bahan bakar solar dengan volume dan timing yang tepat. Dimana terdapat 2 sistem penyaluran bahan bakarnya, yakni saluran bahan bakar bertekanan rendah dan saluran bahan bakar bertekanan tinggi. Saluran bahan bakar bertekanan rendah dimulai dari tangki bahan bakar melewati filter bahan bakar menuju pompa tekanan tinggi serta terdapat di saluran pengembali bahan bakar. Sedangkan saluran tekanan tingginya dimulai dari pompa tekanan tinggi melewati *rail* dan berakhir di injector [5], [6], [4].

Pada mesin diesel *commonrail* terdapat pula komponen kontrol elektronik yang terdiri dari: Sensor, ECU, dan actuator. Sensor pada *common rail* antara lain CKP, CMP, sensor posisi pedal, Boost Pressure sensor, sensor temperature udara, sensor temperature pendingin, dan sensor tekanan bahan bakar. Sensor-sensor ini berfungsi sebagai masukan dari Control unit. Control unit pada sistem *commonrail* berfungsi sebagai computer yang mengolah data yang dikirim dari sensor dan memerintahkan kerja actuator. Hasil informasi dari sensor selanjutnya diolah dan diproses oleh electronic Control Unit (ECU) untuk menentukan tekanan, jumlah, dan timing injeksi sesuai dengan kebutuhan sistem engine dengan akurat. Actuator pada mesin *common rail* berfungsi sebagai penerima perintah dari control unit. Beberapa actuator *diesel common rail* yakni injector, pressure limiter valve, SCV, dll [7], [4].



Gbr. 2 Kontrol elektronik pada *Diesel common rail* [7]

Kontrol bahan bakar pada sistem *common rail* dianggap sebagai inti dari kendaraan. Sistem ini menggantikan penggunaan *injection pump* dengan *supply pump* tipe plunger yang bertujuan untuk memasok bahan bakar bertekanan tinggi ke dalam *rail*. *Feed pump*, yang terdapat di dalam *supply pump*, berfungsi untuk menghisap bahan bakar dari tangki dan memasukkannya ke plunger chamber. Komponen *supply pump* juga dilengkapi dengan *suction control valve (SCV)* yang berperan dalam mengatur pasokan bahan bakar dari pompa bahan bakar tekanan rendah menuju *supply pump* (tekanan tinggi), serta *fuel temperature sensor* untuk mendeteksi suhu bahan bakar.

Tegangan output dari sensor tekanan bahan bakar berkisar antara 0 hingga 5 volt. Ketika sensor memberikan input, ECU akan memproses data tersebut dan menentukan jumlah bahan bakar bertekanan tinggi yang akan diinjeksikan. ECU memiliki program yang dapat menghitung jumlah bahan bakar berdasarkan input dari sensor. Program tersebut telah memiliki rentang atau ukuran yang dipatenkan oleh produsen produk tersebut. Oleh karena itu, jumlah dan tekanan bahan bakar yang diperlukan dalam berbagai kondisi sudah ditentukan. Inilah alasan mengapa diperlukan manipulator pada sensor kendali bahan bakar untuk dapat mengubah output dari sensor, sehingga dapat mengurangi atau meningkatkan jumlah dan tekanan bahan bakar yang disuntikkan. Hal ini memungkinkan untuk mengubah daya yang dihasilkan oleh kendaraan dan mengurangi konsumsi bahan bakar.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa daya tertinggi yang dihasilkan oleh kendaraan *diesel common rail* yang menggunakan alat manipulasi sensor tekanan bahan bakar?
2. Berapa tingkat efisiensi konsumsi bahan bakar terendah yang dapat dicapai oleh kendaraan *diesel common rail* dengan pemasangan alat manipulator tekanan bahan bakar?

Penelitian mengenai alat manipulator sensor bahan bakar pada mesin *diesel common rail* ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh peneliti. Penelitian awal ini berjudul "Pengaruh Alat Manipulator Tekanan Bahan Bakar Pada Mesin *Diesel common rail* Ditinjau Kebisingan Dan Emisi Gas Buang". Hasil dari penelitian awal menunjukkan bahwa pada pengujian tingkat kebisingan, terlihat kecenderungan rata-rata tingkat kebisingan yang meningkat ketika voltase pada sensor tekanan bahan bakar ditingkatkan. Selain itu, penelitian juga mendapati bahwa peningkatan voltase pada sensor tekanan bahan bakar berbanding lurus dengan peningkatan kepekatan gas buang [8].

Beberapa penelitian sebelumnya terkait alat manipulator sensor antara lain adalah penelitian yang dilakukan oleh Chandra Gunawan pada tahun 2011. Penelitian tersebut memfokuskan pada rancang bangun manipulator sensor MAP (*Manifold Absolute Pressure*) dan dampaknya terhadap konsentrasi gas buang pada mesin bensin multisilinder. Dalam penelitian tersebut, potensiometer digunakan untuk memanipulasi tegangan output dari sensor MAP dengan cara menambah atau mengurangi tegangan. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa manipulasi tegangan MAP dengan cara mengurangi tegangan mengakibatkan peningkatan konsentrasi

HC, meningkatkan konsumsi bahan bakar, dan mengurangi konsentrasi gas CO dibandingkan dengan kondisi normal tanpa manipulasi [12].

Pada tahun 2019, dilakukan penelitian oleh M. Alimi Syuhada dan rekan-rekannya. Penelitian ini bertujuan untuk membatasi tegangan output dari sensor O₂ dengan menggunakan *microcontroller* pada sepeda motor 4 langkah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan pembatasan tegangan output pada sensor O₂, terjadi peningkatan daya sebesar 9,2%, peningkatan torsi sebesar 44,15%, serta peningkatan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang HC dan CO yang dihasilkan oleh kendaraan. [9].

Pada tahun 2019, Firdaus Jauhari juga melakukan penelitian tentang aplikasi manipulator sensor Engine Coolant Temperature (ECT). Dalam penelitian ini, alat manipulator dikembangkan untuk mengubah output dari sensor ECT, dengan tujuan untuk mencapai konsumsi bahan bakar yang lebih efisien dan tingkat emisi gas buang yang lebih rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan manipulator sensor mampu menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih efisien. Selain itu, kadar CO, CO₂, dan HC yang dihasilkan juga mengalami penurunan. [10].

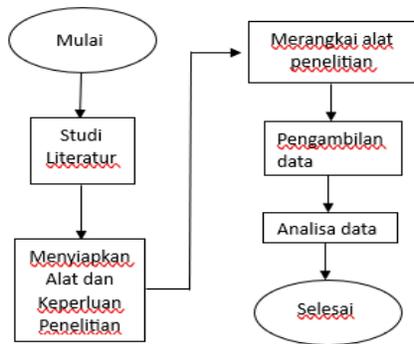
Pada tahun 2020, dilakukan penelitian yang menggunakan manipulator sensor O₂ dengan tujuan meningkatkan performa scooter bertransmisi otomatis 4 langkah. Penelitian ini melibatkan pemasangan resistor tambahan pada sensor O₂, memungkinkan untuk memanipulasi tegangan output sebelum sampai ke ECU. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa manipulator sensor O₂ efektif digunakan untuk meningkatkan performa scooter dengan mode transmisi matic 4 langkah [11].

Dari rangkuman penelitian yang disebutkan di atas, memang belum ada penelitian yang secara khusus menggunakan alat manipulator pada mesin diesel untuk memanipulasi tegangan keluaran dari sensor tekanan bahan bakar. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengambil judul penelitian ini. Dengan adanya alat manipulator tekanan bahan bakar pada mesin diesel, akan memungkinkan untuk mengubah voltase keluaran dari sensor tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang perubahan tingkat kebisingan dan emisi gas buang antara mesin diesel yang tidak menggunakan manipulator dengan mesin diesel yang menggunakan manipulator pada sensor tekanan bahan bakar.

METODE

Dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen adalah metode pengumpulan data yang diperoleh melalui pengamatan langsung terhadap objek penelitian dan melakukan pencatatan secara sistematis pada hal hal yang diamati. Alur penelitian yang akan dilakukan terdiri dari 6 tahapan utama sebagai berikut:

1. Tahapan awal dalam penelitian ini adalah studi literatur.
2. Pada tahap kedua ini dilakukan adalah desain alat.
3. Tahap ke 3 Menyediakan alat dan bahan
4. Tahap 4 Merangkai alat
5. Tahap 5 uji coba alat pada mesin
6. Tahap 6 pengambilan data
7. Tahap 7 analisis data



Gbr 3. Flowchart Metode Penelitian

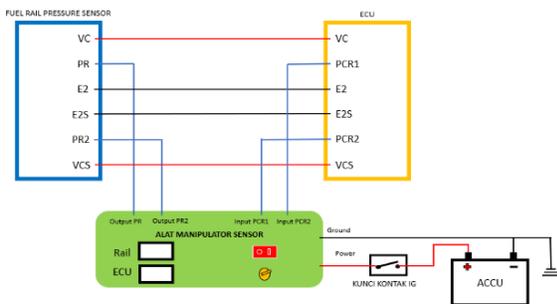
Alat dan bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

- Alat
- Kendaraan *diesel common rail innova 2-KD* tahun 2008
- *Dynotester*
- Alat ukur konsumsi bahan bakar
- *Scan tool*

Bahan

- Pertadex

Rangkaian alat:



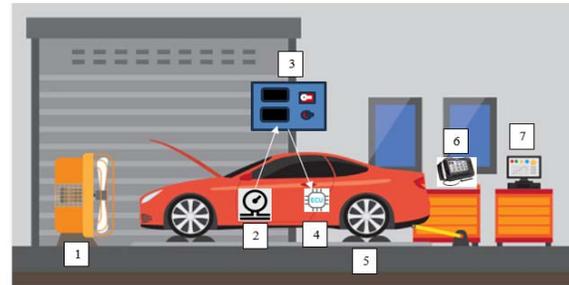
Gbr 4. Rangkaian Kelistrikan Alat Manipulator Tekanan Bahan Bakar pada Kendaraan

Cara Kerja Rangkaian:

Fuel rail pressure sensor pada kendaraan uji (Innova *Diesel common rail 2-KD* tahun 2008) memiliki 6 terminal, 3 terminal untuk sensor utama (main sensor): VC, PR, E2 dan 3 terminal lain untuk sensor cadangan (sub sensor): E2S, PR2, VCS. Fungsi dari terminal VC dan VCS adalah sebagai sumber arus sensor dari ECU. Fungsi dari terminal E2 dan E2S adalah ground atau terminal negative sensor. Terminal PR dan PR2 berfungsi sebagai hasil pembacaan sensor tekanan bahan bakar di *rail* yang akan di kirimkan ke ECU. Terminal PR dan PR2 inilah yang nanti akan dihubungkan ke alat manipulator tekanan bahan bakar agar dapat merubah inputan ECU yang mengoreksi tekanan bahan bakar, sehingga voltase yang keluar dari sensor tekanan bahan bakar dapat ditambah ataupun diturunkan sesuai dengan yang dikehendaki, tanpa mengikuti voltase output yang sudah dipatenkan dari perusahaan.

Sensor tekanan bahan bakar pada kendaraan uji Innova *Diesel common rail 2-KD* tahun 2008 memiliki enam terminal,

di mana tiga terminal utama (VC, PR, E2) untuk sensor utama dan tiga terminal lain (E2S, PR2, VCS) untuk sensor cadangan. Terminal VC dan VCS berfungsi sebagai sumber arus untuk sensor dari ECU, sementara terminal E2 dan E2S adalah ground atau terminal negatif untuk sensor. Terminal PR dan PR2 berperan sebagai output pembacaan tekanan bahan bakar di *rail* yang akan dikirimkan ke ECU. Terminal PR dan PR2 ini akan dihubungkan ke alat manipulator tekanan bahan bakar untuk memungkinkan modifikasi inputan ECU yang mengoreksi tekanan bahan bakar, sehingga voltase keluaran dari sensor tekanan bahan bakar dapat diatur sesuai kebutuhan, tidak terikat pada voltase keluaran yang telah dipatenkan oleh perusahaan.

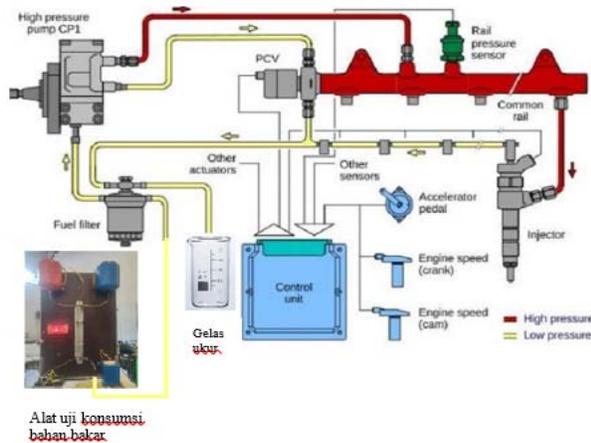


Keterangan Gambar:

- | | |
|------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. Blower | 5. Roller dynotester. |
| 2. Sensor tekanan bahan bakar | 6. Scantool |
| 3. Alat manipulator sensor tekanan bahan bakar | 7. monitor |
| 4. ECU | |

Gbr 5. Setting alat manipulator tekanan bahan bakar dan pengambilan data

Setelah alat modifikasi sensor tekanan bahan bakar dipasang sesuai dengan gambar 2, langkah awalnya adalah mengambil data uji daya kendaraan dalam kondisi normal, dengan voltase tetap pada 1,28 V (tanpa penambahan atau pengurangan voltase). Alat *dynotester* diatur sesuai dengan gambar 3.5 di atas. Kendaraan dihidupkan dan dipercepat hingga posisi full open throttle. Alat *dynotester* akan menampilkan data pada layarnya. Selanjutnya, dilakukan pengambilan data kedua ketika alat manipulator sensor tekanan bahan bakar diaktifkan dengan mengubah voltase sensor tekanan bahan bakar menjadi turun 0,2 (1,08 volt), turun 0,1 (1,18 volt), naik 0,1 (1,38 volt), dan naik 0,2 (1,48 volt), dengan posisi gas full open throttle. Titik putaran mesin yang diambil dalam penelitian ini adalah pada kecepatan 40 km/jam, 60 km/jam, 80 km/jam, dan 100 km/jam.



Gbr 6. Setting alat manipulator konsumsi bahan bakar dan pengambilan data

Pengambilan data selanjutnya dilakukan menggunakan alat uji konsumsi bahan bakar untuk mengukur jumlah bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan. Setelah alat modifikasi sensor tekanan bahan bakar dipasang sesuai dengan gambar 2, langkah berikutnya adalah memasang selang pada alat uji konsumsi bahan bakar di saluran masuk *fuel filter*. Alat uji konsumsi bahan bakar ini menggantikan fungsi tangki bahan bakar. Pada alat uji konsumsi bahan bakar terdapat gelas ukur dengan volume awal sekitar 100cc yang digunakan untuk mengukur volume bahan bakar yang telah ditentukan dalam penelitian. Pada ujung saluran pengembalian bahan bakar, terdapat penampung berupa gelas ukur untuk mengukur volume bahan bakar yang kembali ke tangki (volume sisa). Konsumsi bahan bakar di ruang bakar dihitung dengan mengurangi volume awal dengan volume sisa per satuan waktu (detik).

HASIL DAN DISKUSI

Data Pengukuran Daya

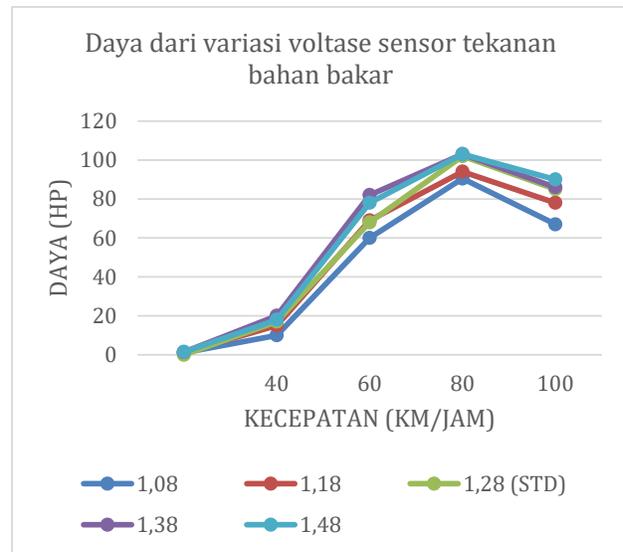
Tabel 1. Daya Kendaraan (HP)

Kec. (Km/ jam)	Voltase sensor tekanan Bahan Bakar				
	Turun 0,2V (1,08 V)	Turun 0,1V (1,18 V)	Standar (1,28V)	Naik 0,1V (1,38 V)	Naik 0,2V (1,48 V)
40	10	15	17	20	18
60	60	69	68	82	78
80	90,5	94	102	103	103
100	67	78	85	86	90
Rata-rata	45,716	51,436	68	72,75	72,25

Berdasarkan Tabel 1 dan Grafik 1 yang merupakan hasil pengujian daya dengan variasi tekanan sensor bahan bakar, diperoleh hasil sebagai berikut:

- a. Daya tertinggi pada kecepatan 40 km/jam terjadi pada voltase 1,38 volt dengan daya sebesar 20 HP.
- b. Daya tertinggi pada kecepatan 60 km/jam terjadi pada voltase 1,38 volt dengan daya sebesar 82 HP.

- c. Daya tertinggi pada kecepatan 80 km/jam terjadi pada voltase 1,38 volt dan 1,48 volt dengan daya sebesar 103 HP.
- d. Daya tertinggi pada kecepatan 100 km/jam terjadi pada voltase 1,48 volt dengan daya sebesar 90 HP



Gbr 7. Grafik pengaruh kecepatan terhadap daya mesin pada variasi voltase sensor tekanan bahan bakar

Pada tegangan 1,38 volt, tekanan bahan bakar mencapai level tertinggi dibandingkan dengan tegangan lainnya. Kenaikan atau penurunan tegangan dari 1,38 volt dapat mengakibatkan tekanan bahan bakar menjadi kurang optimal. Tekanan bahan bakar yang optimal penting untuk mencapai pengkabutan yang baik. Pengkabutan yang baik memastikan campuran antara bahan bakar dan udara di ruang bakar menjadi homogen, yang pada akhirnya menghasilkan daya yang optimal.

Jika melihat data, memang terlihat bahwa daya paling besar terjadi saat voltase dinaikkan sebesar 0,1 volt dari standar (1,38 volt) dan juga saat voltase dinaikkan 0,2 volt dari standar (1,48 volt) pada kecepatan 80 km/jam, di mana daya mencapai 103 HP. Pada voltase yang dinaikkan 0,1 volt (1,38 volt), rata-rata daya tertinggi juga tercapai sebesar 72,75 HP. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan voltase sekitar 0,1 volt dari voltase standar dapat memberikan peningkatan daya yang signifikan, terutama pada kecepatan 80 km/jam.

Data Konsumsi Bahan Bakar

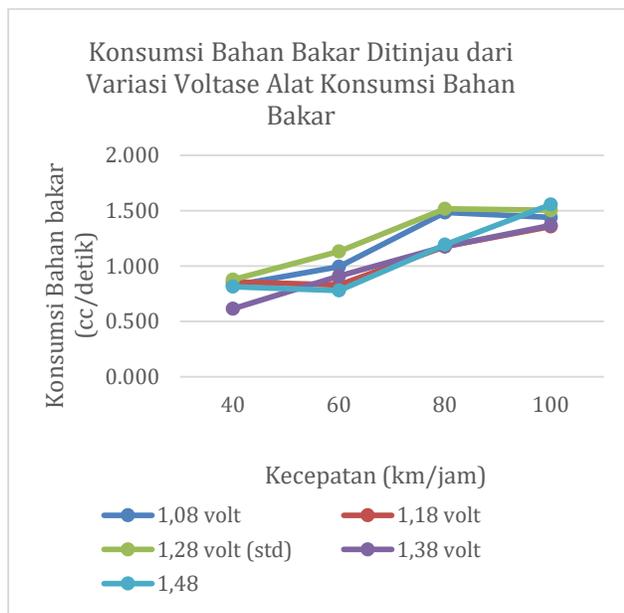
Data konsumsi bahan bakar diperoleh dari perhitungan volume bahan bakar (dalam cc) yang digunakan oleh mesin per satuan waktu (detik). Konsumsi bahan bakar dihitung dengan cara mengurangi volume awal (100 cc, yaitu volume patokan penelitian) dengan volume sisa bahan bakar (volume bahan bakar yang kembali ke tangki) per satuan waktu (detik). Dengan demikian, data konsumsi bahan bakar akan mencerminkan seberapa banyak volume bahan bakar yang digunakan oleh mesin kendaraan selama periode waktu tertentu.

Tabel 2. Tabel Konsumsi bahan bakar (cc/detik)

Kec. (Km/jam)	Voltase sensor tekanan Bahan Bakar				
	Turun 0,2V (1,08 V)	Turun 0,1V (1,18 V)	Standar (1,28V)	Naik 0,1V (1,38 V)	Naik 0,2V (1,48 V)
40	0,823	0,857	0,877	0,614	0,813
60	0,993	0,828	1,132	0,909	0,778
80	1,483	1,176	1,517	1,176	1,192
100	1,438	1,257	1,503	1,366	1,555
Rata-rata	1,185	1,055	1,258	1,017	1,085

Dilihat dari grafik uji konsumsi bahan bakar di atas, diperoleh hasil sebagai berikut:

- konsumsi bahan bakar paling rendah terjadi pada kecepatan kendaraan 40 km/jam dengan voltase sensor tekanan bahan bakar sebesar 1,38 volt, yaitu sekitar 0,615 cc/detik.
- konsumsi bahan bakar terendah pada kecepatan 60 km/jam terjadi saat voltase sensor tekanan bahan bakar adalah 1,48 volt, dengan nilai sekitar 0,778 cc/detik.
- konsumsi bahan bakar terendah pada kecepatan 80 km/jam dapat dicapai dengan voltase 1,18 volt.t dan 1,38 volt sebesar 1,176 cc/detik.
- Konsumsi bahan bakar terendah pada kecepatan 100 km/jam ada pada voltase 1,18 volt yakni sebesar 1,357 cc/detik.



Gbr 8. Grafik pengaruh kecepatan (km/jam) terhadap Konsumsi Bahan Bakar (cc/detik) pada variasi voltase alat konsumsi bahan bakar

Pada tegangan 1,38 volt, tekanan bahan bakar mencapai level maksimum. Namun, bukaan throttle valve dan pedal masih sedikit terbuka, sehingga jumlah bahan bakar yang

masuk ke ruang bakar juga terbatas. Hal ini mengakibatkan konsumsi bahan bakar menjadi sangat irit.

Berdasarkan data, memang terlihat bahwa konsumsi bahan bakar terendah terjadi saat voltase dinaikkan sekitar 0,1 volt dari standar (1,38 volt) pada kecepatan 40 km/jam, yaitu sekitar 0,614 cc/detik. Rata-rata konsumsi bahan bakar terendah juga terjadi saat voltase dinaikkan 0,1 volt dari standar (1,38 volt), sekitar 1,017 cc/detik. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan voltase sekitar 0,1 volt dari voltase standar dapat memberikan konsumsi bahan bakar yang sangat irit, terutama pada kecepatan 40 km/jam.

KESIMPULAN

Daya tertinggi yang tercatat berasal dari kendaraan yang dilengkapi dengan alat manipulator sensor tekanan bahan bakar. Hasil dari penelitian ini menunjukkan daya tertinggi pada kecepatan 80 km/jam terjadi pada voltase output sensor tekanan bahan bakar sebesar 1,38 volt dan 1,48 volt dengan daya sebesar 103 HP. Dari data daya ini, dapat disimpulkan bahwa daya terbesar dicapai ketika tegangan mencapai 1,38 volt, menghasilkan tekanan bahan bakar paling besar dibandingkan dengan tegangan lainnya. Tekanan bahan bakar yang optimal menghasilkan pengkabutan yang baik, memastikan campuran antara bahan bakar dan udara di ruang bakar menjadi homogen, dan akhirnya menghasilkan daya paling maksimal. Ini menunjukkan bahwa manipulasi voltase pada sensor tekanan bahan bakar dapat mempengaruhi tekanan bahan bakar dan akhirnya mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh kendaraan.

Hasil dari pengujian konsumsi bahan bakar menunjukkan konsumsi bahan bakar paling rendah terjadi pada kecepatan kendaraan 40 km/jam dengan voltase sensor tekanan bahan bakar sebesar 1,38 volt, yaitu sekitar 0,615 cc/detik. Dari data konsumsi bahan bakar ini, dapat disimpulkan bahwa tegangan 1,38 volt menghasilkan tekanan bahan bakar paling optimal. Meskipun demikian, bukaan throttle valve dan pedal masih sedikit terbuka, sehingga jumlah bahan bakar yang masuk ke ruang bakar juga terbatas. Akibatnya, konsumsi bahan bakar menjadi sangat irit.

REFERENSI

- [1] I. M. Muliatna, D. V. Wijanarko, and Warju, "Berbahan Dasar Kuningan dan Glasswool Terhadap Reduksi Kebisingan Mesin Diesel Isuzu C190," in *Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat (PPM)*, Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2018, pp. 669–679.
- [2] A. Syahroni and M. Ferdnian, "Analisa Pengaruh Penambahan Racor Pada Sistem Bahan Bakar Mitsubishi Type Kb4 T Common-Rail," *Transmisi*, vol. 13, no. 1, pp. 113–122, 2017.
- [3] B. Métier and I. Renault, "Common Rail," in *Communication*, 2008, pp. 1–192.
- [4] U. Flaig, W. Polach, and G. Ziegler, "Common rail system (CR-System) for passenger car di diesel engines; Experiences with applications for series production projects," *SAE Tech. Pap.*, no. 724, 1999, doi: 10.4271/1999-01-0191.
- [5] K. Nikzadfar and A. H. Shamekhi, "More than one decade with development of common-rail diesel engine management systems: A literature review on modelling, control, estimation

- and calibration,” *Proc. Inst. Mech. Eng. Part D J. Automob. Eng.*, vol. 229, no. 8, pp. 1110–1142, 2015, doi: 10.1177/0954407014556114.
- [6] N. Guerrassi and P. Dupraz, “A common rail injection system for high speed direct injection diesel engines,” *SAE Tech. Pap.*, no. 724, 1998, doi: 10.4271/980803.
- [7] D. I. Pump, *SERVICE MANUAL Common Rail System for NISSAN YD1-K2 Type Engine*. 2003.
- [8] A. H. Monasari, R., Farida, N. N., & Firdaus, “Pengaruh Manipulator Tekanan Bahan Bakar Mesin *Diesel common rail* Ditinjau Dari Kebisingan & Emisi Gas Buang,” *Auto Tech J. Pendidik. Tek. Otomotif Univ. Muhammadiyah Purworejo*, vol. 18, no. 1, pp. 1–9, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknik-mesin/article/view/44488/38123>
- [9] M. A. Syuhada, “Pengaruh Pembatasan Tegangan Output Sensor O2 Menggunakan Mikrokontroler terhadap Daya, Torsi, Pemakaian Bahan Bakar, dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor 4 Langkah,” *RanahResearch J. Multidisciplinary Res. Dev.*, vol. 1, no. 3, pp. 40–44, 2019.
- [10] M. . Jauhari, “Aplikasi Manipulator Sensor Engine Coolant Temperature terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang,” in *Prosiding SNRT (Seminar Nasional Riset Terapan)*, Banjarmasin: Politeknik Negeri Banjarmasin, 2019, pp. 25–31.
- [11] R. . Zein, “Optimasi Penggunaan Manipulator pada Sensor O2 untuk Menaikkan Performa Scooter dengan Mode Transmisi Matic 4 Langkah,” *Teknoviz J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 10, no. 3, pp. 40–44, 2020.
- [12] Gunawan, C., Rancang Bangun Manipulator Sensor MAP (*Manifold Absolute Pressure*) terhadap Konsentrasi Emisi Gas Buang pada Mesin Bensin Multisilinder. Politeknik Negeri Malang: Teknik Mesin, 2011.