

Optimasi AFR pada *Gasoline Engine* Menggunakan Sistem *Controller* pada *Vehicle Speed Sensor*

Dhimas Cahyo Anindito^{1*}, Muhammad Rasyid Hikmahtiar²,

¹ Department of Automotive Engineering, Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang 56172, Indonesia

²Laboratorium of Automotive Engineering, Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang 56172, Indonesia

*email: dhimascahyo@unimma.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.31603/benr.v4i01.11117>

Abstract

The number of motorised vehicles has increased significantly in recent times. Derived petroleum products are still the main fuel for these internal combustion engines. But on the other hand, its availability is decreasing and its price is becoming increasingly expensive. This problem is the background to the importance of efforts to improve the efficiency of fuel consumption in motorised vehicles. One way to improve fuel efficiency is by increasing the optimisation of Air Fuel Ratio (AFR) with a control system. In this research, the control system used is an external engine control system (Honda Verza 150 FI) that works based on vehicle speed data. This control system works by resetting the fuel supply released when the motorbike decelerates so as to produce a better AFR value and more efficient fuel consumption. Based on the results of experimental tests conducted at 5 different deceleration speed variations (40 km/h, 50 km/h, 60 km/h, and 70 km/h) when using a modified ECU there is an increase in AFR value when compared to when using a standard ECU. The highest increase in AFR value occurs at a deceleration speed of 70 km/h with the AFR difference reaching 0.4 when compared to using the standard ECU. As for fuel consumption, the modified ECU is 150 cc more efficient than the standard ECU with the same test distance of 35.2 km.

Keywords: Vehicle Speed Sensor, AFR, Gasoline Engine.

Abstrak

Jumlah kendaraan bermotor telah meningkat secara signifikan belakangan ini. Turunan produk minyak bumi masih menjadi bahan bakar utama mesin-mesin *internal combustion* ini. Namun disisi lain ketersediaannya semakin berkurang dan harganya menjadi semakin mahal. Masalah ini menjadi latar belakang pentingnya upaya peningkatan efisiensi konsumsi bahan bakar pada kendaraan bermotor. Salah satu cara meningkatkan efisiensi bahan bakar dengan meningkatkan optimalisasi *Air Fuel Ratio* (AFR) dengan sistem kontrol. Pada penelitian ini. sistem kontrol yang digunakan adalah sistem kontrol pada eksternal mesin (Honda Verza 150 FI) yang bekerja



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

berdasarkan data kecepatan kendaraan. Sistem kontrol ini bekerja dengan mengatur ulang suplai bahan bakar yang dikeluarkan saat motor mengalami deselerasi sehingga menghasilkan nilai AFR yang lebih baik dan konsumsi bahan bakar yang lebih hemat. Berdasarkan hasil uji eksperimen yang dilakukan pada 5 variasi kecepatan deselerasi yang berbeda (40 km/jam, 50 km/jam, 60 km/jam, dan 70 km/jam) saat menggunakan ECU modifikasi terjadi peningkatan nilai AFR jika dibanding saat menggunakan ECU standar. Peningkatan nilai AFR tertinggi terjadi pada kecepatan deselerasi 70 km/jam dengan selisih AFR mencapai 0.4 jika dibanding menggunakan ECU standar. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar, ECU modifikasi lebih hemat 150 cc dibanding ECU standar dengan jarak pengujian yang sama yaitu 35.2 km.

Kata Kunci: *Vehicle Speed Sensor, AFR, Gasoline Engine.*

1. Pendahuluan

Jumlah kendaraan meningkat dengan signifikan dewasa ini. Selain menjadi Sebagian besar kendaraan yang dijual masih menggunakan bahan bakar minyak sebagai sumber energi penggeraknya (BPPT, 2018). Apabila kondisi ini diteruskan maka stok minyak bumi menjadi semakin menipis. Hasil penelitian Badan Geologi Tahun 2014 cadangan minyak bumi sebesar 3,6 miliar barel, apabila penggunaan bahan bakar minyak masih terus meningkat, maka diperkirakan bahan bakar minyak hanya bertahan hanya kurang dari 13 tahun (Sa'adah, 2017).

Efisiensi konsumsi bahan bakar menjadi salah satu solusi konkrit dalam penghematan penggunaan bahan bakar minyak. Kendaraan bermotor roda empat dan roda dua memiliki populasi yang paling besar pada sektor transportasi. Sehingga efisiensi kendaraan roda empat atau roda dua perlu ditingkatkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi bahan bakar diantaranya, kondisi jalan, bentuk bodi kendaraan, teknologi kendaraan, dan gaya berkendara (Prasetya, 2012).

Teknologi yang dipakai untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar pada kendaraan bermotor yang berkembang saat ini, antara lain *Electronic Fuel Injection (EFI)*, *Intelligent Variable Valve Timing and Lift Electronic Control (i-VTEC)* dan yang saat ini sedang populer diantaranya sistem hibrid (Putra, 2009). Pengembangan teknologi tersebut bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pembakaran dari suatu mesin pembakaran internal. Salah satu parameter yang berpengaruh terhadap efisiensi kinerja mesin adalah AFR (*Air Fuel Ratio*). Injeksi bahan bakar akan meningkatkan efektifitas pembakaran yang secara tidak langsung juga mengurangi kadar emisi pada gas buang (Danang, 2013). Pada kondisi beroperasi, *spark-ignition engine* membutuhkan campuran antara bahan bakar dan udara yang direpresentasikan dengan rasio perbandingan jumlah bahan bakar dengan udara yang tercampur AFR. Perbandingan ideal dari udara dan bahan bakar untuk satu kali proses pembakaran adalah 14,7:1 yang berarti bahan bakar sebanyak 1 g berbanding dengan udara sebanyak 14,7 g dan disebut sebagai AFR stokiometrik (Hendre, 2012).

Pengontrolan AFR pada mesin bensin 4 langkah diharapkan menghasilkan rasio udara dengan bensin pada rasio tertentu agar kriteria pembakaran sempurna atau *stoichiometric* terpenuhi pada saat mesin beroperasi (Dinar, 2018). Konsumsi bahan bakar tidak hanya dipengaruhi oleh dinamika mesin tetapi juga dipengaruhi faktor eksternal seperti posisi *gear* (transmisi) dan kecepatan kendaraan (Suroto Munahar, 2017). Prototipe kontroler AFR elektronik berbasis logika *Fuzzy (FLC)* untuk menghemat konsumsi bahan bakar sepeda motor sistem injeksi elektronik, dengan masukan berupa sinyal

pengereman dan derajat bukaan gas (*throttle opening*) untuk pengaktifan sistem kontrol. Prototipe alat mampu mengontrol nilai AFR pada rentang rata-rata penghematan total adalah sebesar 32,47% .

Perancangan AFR *clustering* berbasis *ANFIS* dibuat pada model mobil bermesin injeksi bensin yang berdasarkan profil karakteristik mengemudi pengendara. Hasil keluaran *ANFIS* adalah nilai AFR referensi yang terbagi menjadi 3 jenis, yaitu *sporty* (12,6), *normal* (14,67), dan *economic* (15,4) (Edwin, 2017). Penyetabilan tegangan listrik yang dihasilkan oleh baterai menggunakan *Voltage Corrector* (VC) pada tegangan 12,5 V dapat menghasilkan AFR sebesar 14,11 (George, 2021). Pada penelitian lain, penggunaan metode kontrol *hybrid fuzzy* PI berhasil menghasilkan AFR 14,67 (Al Vandy, 2013).

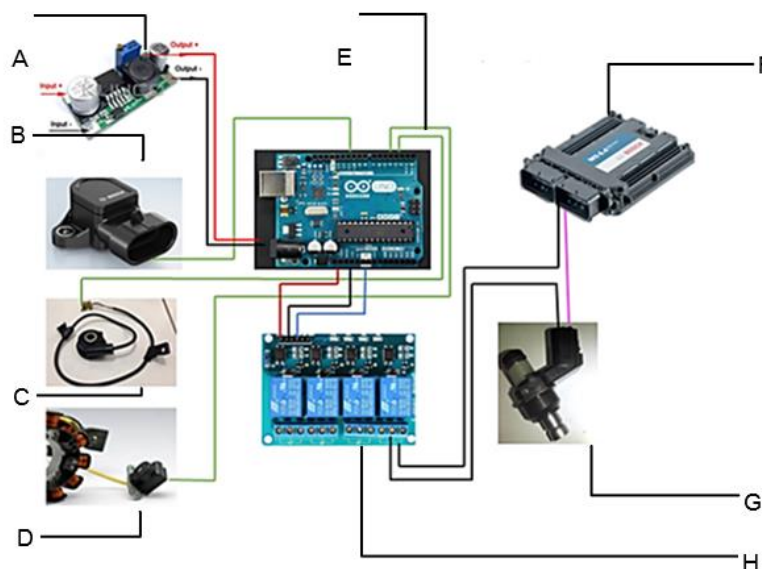
Teknologi yang berkembang dalam mengendalikan AFR tersebut sebagian besar dilakukan oleh sistem kontrol *internal engine*, sedangkan sistem kontrol yang dikendalikan oleh *external engine* masih belum banyak dikembangkan. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengembangkan penggunaan *control system* untuk meningkatkan optimasi AFR yang dikendalikan oleh *control system external engine* dengan berdasarkan *vehicle speed sensor*.

2. Metode

Pengujian unjuk optimasi nilai AFR akan dilakukan secara eksperimental. Rangkaian *apparatus test* akan dipasang pada Honda Verza 150 FI menggantikan peran *ECU* standar pabrikan. Pengukuran AFR dilakukan saat terjadi motor mengalami deakselerasi pada empat variasi kecepatan (40 km/jam, 50km/jam, 60 km/jam, 70 km/jam) dengan membandingkan hasil AFR sebelum dan sesudah penggunaan alat tersebut. Selain mencari nilai AFR, kemudian dilakukan perbandingan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan saat menggunakan ECU standar dengan ECU yang sudah dimodifikasi seperti pada rangkaian *apparatus test*.

2.1. Rangkaian *Apparatus Test*

Pengujian unjuk optimasi nilai AFR akan dilakukan secara eksperimental menggunakan *set up apparatus test* yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian *apparatus test*.

Tabel 1. Keterangan *apparatus test*.

No.	Nama Alat dan Bahan	Spesifikasi	Fungsi
A	<i>Micro controller</i>	Prosesor atmega 1548B	Sistem Kontrol
B	<i>TPS censor</i>	Keihin K25	Kontrol penyeimbang bahan bakar dan emisi
C	<i>Speed Censor</i>	5V, 3A	Penghasil sinyal kecepatan
D	<i>Stator Comp</i>	<i>Generator K18</i>	Menghasilkan listrik untuk kebutuhan <i>electrical motor</i>
E	<i>PCB board</i>	<i>General</i>	Circuit
F	<i>ECU</i>	Keihin K18	Sebagai pusat kontrol bahan bakar, pengapian, dan emisi.
G	<i>Fuel Injector</i>	<i>Injector 6 holes K27</i>	Sebagai penyuplai bahan bakar
H	<i>PCB board</i>	<i>General</i>	Circuit

A. *Microcontroller*

Microcontroller adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik yang mampu menyimpan program di dalamnya serta dapat ditulis/ dihapus. Sebuah perangkat komputer, *board micro controller* dan sensor diaplikasikan dalam penelitian ini. Arsitektur *micro controller* yang digunakan yaitu arduino uno tipe atmega 328 dengan 14 pin *input* dan 6 pin *output*.

B. *Sensor*

Sensor adalah sebuah mekanisme alat yang digunakan untuk mengetahui rangsangan dari luar yang berupa fisika atau kimia dan mengubah rangsangan tersebut menjadi tegangan listrik atau signal bagi *micro controller* yang berubah ubah sesuai dengan rangsangan yang diterima sensor tersebut. Sensor dengan rangsangan fisika akan mengubah rangsangan fisis yang kemudian dirubah menjadi besaran tegangan listrik yang akan dikirimkan ke dalam *controller*, sedangkan sensor kimia akan merubah rangsangan kimia yang kemudian dirubah menjadi besaran tegangan listrik yang akan dikirimkan ke dalam *controller*.

C. *Speed Censor*

Sensor kecepatan yang terpasang pada *gearbox* ataupun pada roda kendaraan yang akan mengubah gerakan memutar menjadi tegangan dan mengirimkan ke ECU sebagai sinyal kecepatan kendaraan.

D. Engine Control Unit (ECU)

Engine Control Unit (ECU) merupakan pusat kontrol pada sepeda motor berteknologi injeksi. Komponen elektronik ini akan membaca kondisi mesin dan mengatur pengapian di ruang pembakaran agar sesuai dengan kebutuhan. Salah satu tujuan penggunaan ECU yaitu untuk mencapai efisiensi bahan bakar tertinggi. Namun, ECU juga bisa digunakan untuk mendapatkan pembakaran yang maksimal sehingga performa menjadi meningkat dengan mengubah setingan standarnya. Instalasi kendaraan uji terlihat pada [Gambar 2](#).



[Gambar 2](#). Instalasi ECU modifikasi pada Honda Verza 150 FI

[Tabel 2](#). Spesifikasi kendaraan.

	Deskripsi	Keterangan
1	Merk/Tipe	Honda/Verza 150 FI
2	Tahun	2014
3	Mesin	149,2 cc/SOHC
4	Daya Maksimum	9,72 kW/8500 rpm
5	Torsi Maksimum	12,7 Nm/6000 rpm

2.2. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

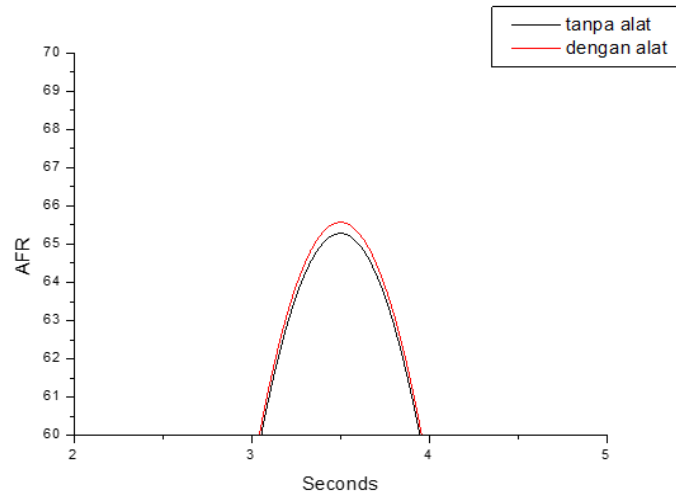
1. Mengumpulkan, dan mempelajari literatur.
2. Merangkai *apparatus test* pengganti *ECU* standar pabrikan.
3. Melakukan variasi kecepatan deselerasi dan mencatat nilai *AFR* dan konsumsi bahan bakar Honda Verza 150 standar pada masing-masing variasi kecepatan.
4. Memasang *apparatus test* pada Honda Verza 150.
5. Melakukan variasi kecepatan deselerasi dan mengukur nilai *AFR* dan konsumsi bahan bakar Honda Verza 150 yang memakai *set up apparatus test* pada masing-masing variasi kecepatan.
6. Melakukan analisa data nilai *AFR* pada masing-masing variasi kecepatan deselerasi dan konsumsi bahan bakarnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. AFR

a. Perbandingan AFR tanpa alat dan dengan alat pada kecepatan 40 km/jam

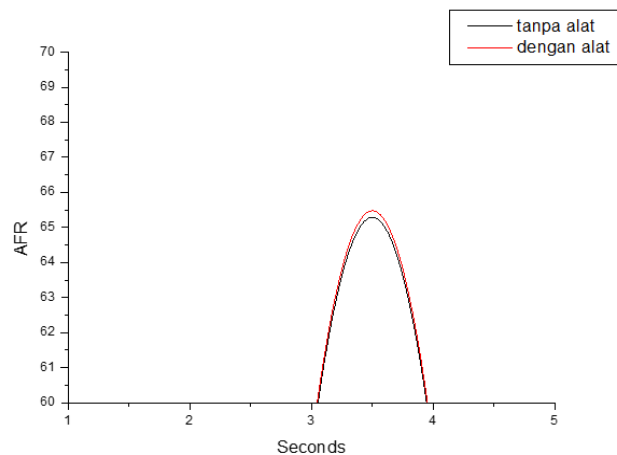
Data dari [penerapan ECU dengan controller](#) dibandingkan ECU standar pada kecepatan deselerasi 40 km/jam dapat dilihat pada [Gambar 3](#). Nilai AFR mencapai nilai 67.5 tanpa masukan dari VSS, namun dengan ECU yang telah dikembangkan AFR dapat mencapai 67.8.



[Gambar 3](#). Perbandingan AFR pada kecepatan 40 km/jam.

b. Perbandingan AFR tanpa alat dan dengan alat pada kecepatan 50 km/jam

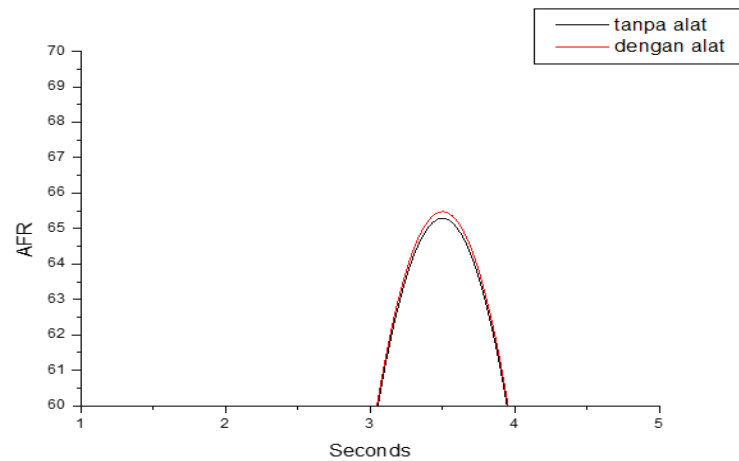
[Gambar 4](#) menunjukkan data AFR pada saat deselerasi nilai AFR yang dengan ECU yang telah dikembangkan nilai AFR mencapai 67.7 sedangkan yang dengan ECU standarnya nilai AFR nya 67.5. Terjadi kenaikan nilai AFR sebesar 0.2 setelah pengaplikasian ECU modifikasi.



[Gambar 4](#). Perbandingan AFR pada kecepatan 50 km/jam.

c. Perbandingan AFR tanpa alat dan dengan alat pada kecepatan 60 km/jam.

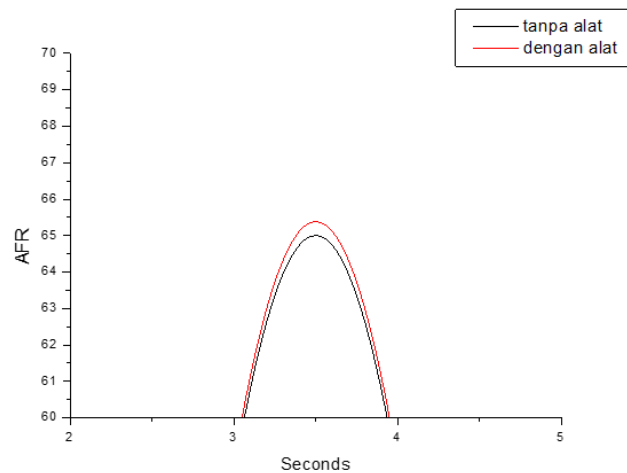
Data detail perbandingan AFR pada kecepatan 60 km/jam terlihat pada Gambar 5. Pada saat deselerasi nilai AFR yang dengan ECU yang telah dikembangkan mencapai 67.7 sedangkan yang dengan ECU standarnya nilai AFR nya hanya 67.5.



Gambar 5. Perbandingan AFR pada kecepatan 60 km/jam.

d. Perbandingan AFR tanpa alat dan dengan alat pada kecepatan 70 km/jam

Penerapan ECU dengan *controller* yang dikembangkan dengan trend data terlihat pada Gambar 6. Pada saat deselerasi nilai AFR yang dengan ECU yang telah dikembangkan nilai AFR mencapai 67.6 sedangkan yang dengan ECU standarnya nilai AFR nya 67.2. Seluruh hasil AFR yang ditunjukkan oleh ECU modifikasi menunjukkan perbaikan nilai AFR jika dibanding ECU standar pabrikan pada masing-masing variasi kecepatan deselerasi. Pada variasi kecepatan 70 km/jam terjadi peningkatan AFR paling banyak yaitu 0.4.

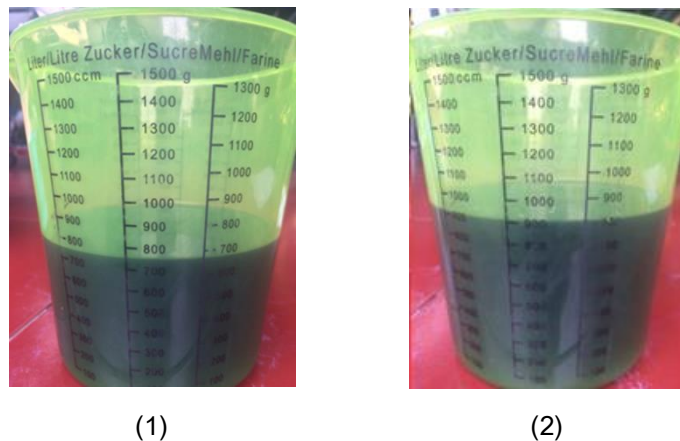


Gambar 6. Perbandingan AFR pada kecepatan 70 km/jam.

3.2. Fuel Consumption

Metode yang dilakukan untuk melihat perbedaan besarnya *fuel consumption* antara ECU standar pabrik dengan ECU modifikasi dilakukan dengan mengisi tangki bahan bakar sebanyak 1500 cc kemudian motor dikendarai sejauh 35.2 km dengan 1 penumpang dan saat jarak yang diinginkan telah terpenuhi maka tangki dikuras dan diukur kembali sisa bahan bakarnya yang tersisa.

Honda Verza 150 FI yang menggunakan ECU standar pabrik menghabiskan 750 cc bahan bakar, sedangkan yang menggunakan ECU modifikasi hanya membutuhkan 600 cc. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa ECU yang telah dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi bahan bakar sebesar 10% dengan kondisi pengujian menempuh jarak sejauh 35,2 km dengan 1 orang penumpang pada kondisi jalan rata. Pengukuran *fuel consumption* menggunakan gelas ukur yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. (1) Sisa bahan bakar menggunakan ECU standar pabrik dan (2) sisa bahan bakar menggunakan ECU modifikasi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, ECU yang telah dimodifikasi menggunakan sistem kontroler pada *vehicle speed sensor* terbukti dapat meningkatkan nilai AFR beserta penghematan bahan bakarnya. Pada setiap variasi kecepatan deselerasi, nilai AFR ECU modifikasi selalu di atas ECU standar pabrik dengan selisih mulai dari 0.2 hingga 0.4. Seiring dengan naiknya optimasi nilai AFR, bahan bakar yang digunakanpun menjadi lebih efisien. Pada jarak dan beban yang sama, ECU modifikasi 10% lebih efisien dibanding dengan ECU standar pabrik. Hal ini selaras dengan teori yang menjadi landasan penelitian ini dimana optimasi nilai AFR akan menyebabkan efisiensi konsumsi bahan bakar juga akan meningkat. Penambahan sistem kontroler pada *vehicle speed sensor* terbukti dapat memperbaiki efisiensi penggunaan bahan bakar dengan mengoptimalkan AFR tanpa melakukan ubahan pada system pengapian maupun internal dari mesin itu sendiri. Diharapkan

pada masa mendatang penelitian yang menggunakan sistem kontrol yang dikendalikan oleh *external engine* akan lebih banyak lagi.

5. Ucapan Terima Kasih

Para penulis berterima kasih kepada Laboratorium Teknik Mesin Otomotif Universitas Muhammadiyah Magelang atas dukungan penelitian ini.

Referensi

- Al Vandy, M. A. (2013). Desain Kontrol Air Fuel Ratio (AFR) Pada Model Spark . *Transient*.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis 1949-2016*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BPPT. (2018). *Outlook Energi Indonesia*. Jakarta: PPIPE.
- Dinar (2018). Perancangan Air To Fuel Ratio (AFR) Controller Berbasis PID Adaptif Pada Mesin Bensin 4 Langkah. *Transient*.
- George (2021). Peningkatan Performa 4 Stoke SI Engine. *Jurnal Inovtek Polbeng*.
- Hendre (2012). Penerapan PID Predictive Air-Ratio Controller. *Jurnal Teknik ITS*.
- M. Danang (2013). Desain Sistem Kontrol Rasio Perbandingan Udara dan Bahan Bakar (AFR) Pada Mesin 4 Langkah Dengan Metode Penalaan PID Berbasis Logika Fuzzy. *Transient Jurnal Teknik Elektro*.
- M. Edwin (2017). Perancangan Air To Fuel Ratio (AFR) Clustering Berbasis Adaptive Neural Fuzzy Inference System (ANFIS) Pada Model Mobil Bermesin Injeksi Bensin Berdasarkan Profil Karakteristik Mengemudi Pengendara. *Transient*.
- Prasetya (2012). Penerapan PID Predictive Air-Ratio Controller Pada Mesin Mobil Mitsubishi Tipe 4G63 Untuk Meminimumkan Emisi Gas Buang. *Jurnal Teknik ITS*.
- Putra (2009). Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik untuk Kendaraan Hibrid. *Makara Journal of Technology*.
- Sa'adah (2017). Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia dengan Model Sistem Dinamik. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*.
- Munahar, S. (2017). Pemodelan AFR pada Mesin EFI dengan Kontrol Dinamika Mesin, Kecepatan Kendaraan, dan Sistem Transmisi . *Jurnal Teknik Mesin*.