



Contents list available at [Sinta](https://sinta)

A R M A T U R

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>



Pengaruh temperature dan bukaan throttle (jumlah udara masuk) terhadap tegangan output sensor pada simulator sistem bahan bakar EFI

Jordan Filix Febianto¹, Nurhadi^{2*}, Very Sugiarto³, Muhammad Sahrul Hamid⁴

¹Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang.

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Jatimulyo, Lowokwaru, Malang 65141

³Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Jatimulyo, Lowokwaru, Malang 65141

⁴Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Jatimulyo, Lowokwaru, Malang 65141

A R T I C L E I N F O

Keywords:
EFI fuel system simulator
Temperature
Amount of air intake

A B S T R A C T

In the current conditions, the Malang State Polytechnic campus PSDKU Lumajang needs practical tools for lectures, therefore it is hoped that this fuel system simulator props can be used for practical training. This study aims to design and build an EFI fuel system simulator and test the effect of temperature variations and amount of incoming air on the sensor output voltage in the EFI fuel system simulator. The method used in this study uses an experimental method, namely by designing and building an EFI fuel system simulator. The test was carried out with temperature variations and amount of incoming air by attaching IAT sensors and MAF sensors to the intake manifold simulated by the pipe. The results of the study showed that the output voltage of the IAT sensor had an effect on the temperature. As the temperature increases, the output voltage of the IAT sensor will decrease, because the characteristics of this IAT sensor NTC (Negative Temperature Coefficient) type. The output voltage of the MAF sensor also affects the amount of air entering, because this MAF sensor works on the principle of hot wire, which uses a hot wire element that is constantly heated by an electric current.

*Corresponding author: nurhadi@polinema.ac.id

DOI: <https://10.24127/armatur.v6i2.9484>

Received 15 Juli 2025; Received in revised form 28 September 2025; Accepted 28 September 2025

Available online 30 September 2025

Pendahuluan

Ketersediaan alat uji praktek di kampus POLINEMA PSDKU Lumajang yang kurang memadai melatarbelakangi pembuatan alat peraga simulator sistem bahan bakar EFI. Alat peraga ini dinamakan simulator sistem bahan bakar EFI yang dikontrol oleh ECU (*Electronic Control Unit*) untuk mengatur perbandingan bahan bakar dan jumlah udara yang masuk serta pengontrolan sistem-sistem lain pada simulator sistem bahan bakar lainnya.

Sistem aliran bahan bakar dengan hanya menggunakan pompa dan injector saja untuk mengetahui aliran bahan bakar tanpa adanya pengontrolan yang dilakukan oleh mikrokontroler atau menggunakan ECU standar. Hasil pengujian ini telah dilakukan proses pembuatan dan pengujian terhadap trainer aliran bahan bakar sistem injeksi pada sepeda motor Honda Beat FI.[1]

Secara umum, simulator sistem bahan bakar EFI ini bekerja dengan menggantikan komponen-komponen penting dalam sistem injeksi bahan bakar seperti sensor-sensor, injektor dan ECU (*Electronic Control Unit*). *Electronic Control Unit* (ECU) menghitung volume injeksi (waktu injeksi) sesuai dengan sinyal dari ECU. Sensor ini mendeteksi volume udara masuk, kecepatan engine, akselerasi/deselerasi engine dan mengirimkan sinyal ini ke ECU.[2]

Sistem *Electronic Fuel Injection* atau sering dikenal dengan Sistem EFI merupakan sistem bahan bakar yang menjamin perbandingan campuran bahan bakar dan udara sesuai dengan kondisi dan beban pengendalian mesin bensin. Sebagian besar mesin mobil sudah mengadopsi sistem EFI (diatas tahun pembuatan 2000), maka jumlah bahan bakar diatur lebih akurat oleh *Electronic Control module* (ECM) dengan memerintahkan injektor agar menyemprotkan bahan bakar ke silinder.[3]

Arduino dikatakan sebagai sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “*platform*” di sini

adalah sebuah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memory *microcontroller*.[4]

Untuk memprogram suatu mikrokontroler terdapat banyak bahasa pemrograman yang dapat digunakan. Bahasa pemrograman yang biasa digunakan dalam pemrograman mikrokontroler terdahulu adalah Assembly. File bahasa Assembly (ASM) dapat dituliskan menggunakan pengolah kata (misal Notepad), untuk kemudian dikompilasi menggunakan Assembler untuk mendapatkan file HEX. File HEX inilah yang dimasukkan ke mikrokontroler menggunakan perangkat lunak pemrogram (programmer) melalui perantaraan kabel paralel ataupun serial.[5]

Perbedaan antara intake air temperature mesin standar dengan mesin yang menggunakan *saturated water injection* pengaruh penggunaan *saturated water injection* terhadap intake air temperature yaitu berpengaruh signifikan, Rata-rata intake air temperature pada RPM terendah yaitu 2000 hasilnya sama, yakni 27,03°C, namun pada rata-rata RPM 4000 sepeda motor tanpa menggunakan *saturated water injection* memiliki suhu yang lebih rendah yakni 27,60°C dibandingkan dengan sepeda motor yang menggunakan *saturated water injection* memiliki suhu 27,60 °C begitu pula pada data rata-rata RPM 8000, suhu yang dihasilkan sepeda motor tanpa *saturated water injection* lebih rendah dibandingkan sepeda motor dengan tambahan *saturated water injection* dengan perbandingan 27,94: 28,29 (°C).[6]

Alat system control durasi injeksi bahan bakar berbasis Arduino pada alat peraga sistem injeksi sepeda motor. Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Simulator sistem injeksi bahan bakar dengan

kontrol arduino dapat bekerja dengan baik dan berfungsi normal, inisialisasi awal sistem kontrol dengan pompa bahan bakar hidup selama dua detik sebelum tombol starter di tekan menunjukkan proses yang sama terjadi pada unit sepeda motor Honda Beat PGM-FI dengan sistem kontrol yang menggunakan ECU standar.[7]

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 di injeksikan. 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.[8]

Tujuan EFI (electronic fuel injection) di buat adalah untuk menutupi kelemahan sistem bahan bakar konvensional dengan menggunakan karburator. Di mana pada karburator terjadi konsistensi AFR (Air fuel ratio/perbandingan bahan bakar dengan udara) yang di hasilkan. Angka AFR yang ideal adalah 14,7 (stoichiometri) pada setiap tingkatan putaran mesin (RPM).[9]

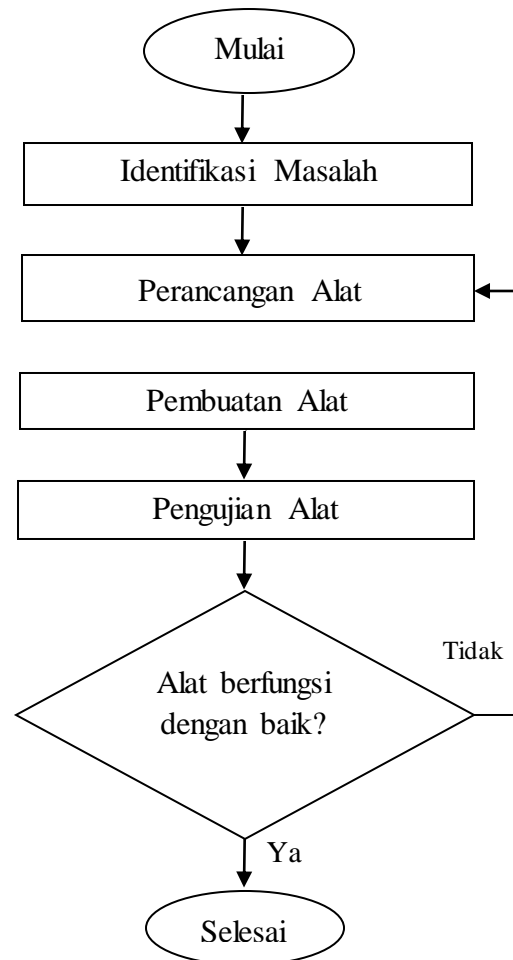
Tipe L-EFI atau L-Jetronik pengendalian sistem injeksi ini juga dikerjakan secara elektronik. Huruf L yang terdapat pada tipe L - EFI memiliki kepanjangan yaitu Luft yang berarti udara kata tersebut berasal dari bahasa Jerman. Pada tipe L - EFI ini air flow meter atau mass air flow (MAF) merupakan komponen utama yang memiliki fungsi menghitung jumlah udara yang masuk ke dalam saluran intake manifold.[10]

Berdasarkan latar belakang diatas, maka pada penelitian proposal skripsi ini dapat diambil perumusan judul “Pengaruh Temperatur dan Jumlah Udara Masuk Terhadap Tegangan Output Sensor Pada Simulator Sistem Bahan Bakar EFI”. Pada topik permasalahan yang diambil dalam penelitian ini dikarenakan pada kampus POLINEMA PSDKU Lumajang masih terbatas untuk alat uji praktek, maka dari itu dilakukan pembuatan alat peraga simulator sistem bahan bakar. Proposal skripsi ini

hanya difokuskan terhadap pembuatan dan pengujian tentang simulator sistem bahan bakar.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan merancang serta melakukan pengujian tegangan output sensor *Intake Air Temperature* (IAT) dan tegangan output sensor *Mass Air Flow* (MAF). Variabel bebas yang di uji pada penelitian ini yaitu tegangan output sensor IAT dan tegangan output sensor MAF. Pengambilan data dilakukan dengan eksperimen langsung, rangkaian penelitian dilakukan secara terstruktur mulai dari identifikasi masalah, perancangan alat hingga analisis data. Pada penelitian ini digambarkan diagram alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Metode pengambilan data

Metode pengambilan data dari penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian pada simulator sistem bahan bakar. Pengambilan data dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengujian simulator sistem bahan bakar EFI
2. Mengatur temperatur udara dengan thermometer
3. Mengatur jumlah udara masuk dengan blower/kipas DC
4. Mengambil data pengujian dari variasi temperatur udara terhadap tegangan output sensor IAT
5. Mengambil data pengujian dari variasi jumlah udara masuk (bukaan throttle) terhadap tegangan output sensor MAF
6. Menganalisa dari data yang sudah didapat
7. Membuat kesimpulan dari data yang didapat

Hasil dan Pembahasan

Data hasil penelitian berupa:

1. Data tegangan output dari sensor IAT berdasar variasi *temperature intake manifold*
2. Data tegangan output sensor MAF berdasar variasi jumlah udara udara masuk pada *intake manifold*

A. Data penelitian sensor IAT

Pada pengujian sensor IAT ini menggunakan variasi temperature mulai bervariasi mulai 30°C, 50°C, 70°C, dan 90°C dengan cara udara masuk intake di panaskan menggunakan lampu 5watt sehingga dapat diukur dengan thermocontrol yang ditentukan pada variasi temperatur udara masuk.

Pengambilan data uji temperatur udara masuk dan tegangan output sensor IAT dilakukan pada sebuah pipa paralon ukuran Panjang 30 cm dan diameter 2 dim (5.08cm) yang dipasang sensor IAT sebagai simulator

intake manifold. Pada pipa keluaran udara masuk dipasang lampu 5watt untuk simulasi variasi temperature.



Gambar 2 Pengujian tegangan output sensor IAT

Hasil dari penelitian tegangan output sensor IAT dari berbagai variasi temperatur udara masuk ini dapat terlihat dari tabel dan grafik berikut.

Tabel 1. Data hasil pengujian sensor IAT

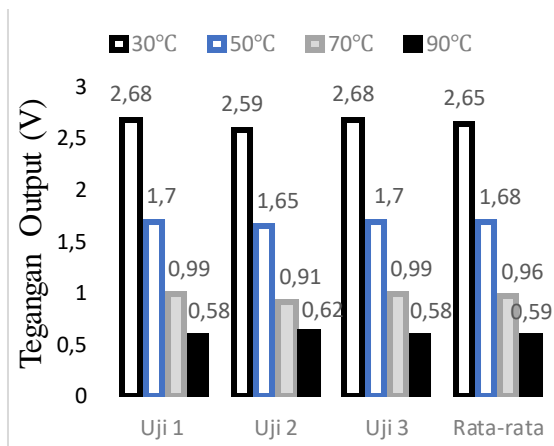
No	Temperatur udara masuk (°C)	Tegangan output sensor IAT (V)			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1	30°C	2.68	2.59	2.68	2.65
2	50°C	1.70	1.65	1.70	1.68
3	70°C	0.99	0.91	0.99	0.96
4	90°C	0.58	0.62	0.58	0.59

Dari hasil pengujian pada Tabel 1. Dapat diamati bahwa terjadi penurunan tegangan output sensor IAT seiring dengan meningkatnya suhu udara masuk. Dari hasil pengujian, dapat dilihat bahwa pada suhu 30°C, tegangan output sensor IAT adalah 2,65 V. Ketika suhu udara masuk meningkat menjadi 50°C, tegangan output sensor IAT turun menjadi 1,68 V. Penurunan ini terus berlanjut hingga mencapai 0,59 V pada suhu udara masuk 90°C. Penurunan tegangan ini berlangsung secara konsisten dan linier,

yang menunjukkan bahwa sensor berfungsi dengan baik dan memberikan respon yang stabil terhadap perubahan suhu.

Perbedaan kecil antara Uji 1, Uji 2, dan Uji 3 pada setiap suhu dapat disebabkan oleh faktor eksternal seperti fluktuasi suhu ruangan saat pengujian, toleransi alat ukur, atau variasi kecil dalam suplai tegangan. Namun, selisih tegangan tersebut masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima, yaitu kurang dari $\pm 0,1$ V.

Berikut merupakan grafik pengujian variasi temperature terhadap tegangan output sensor IAT.



Gambar 3 Grafik pengujian tegangan output sensor IAT

B. Data penelitian sensor MAF

Pada pengujian terkait sensor MAF jumlah udara masuk berperan sebagai variabel bebas dan tegangan output sensor MAF sebagai variabel terikat. Pengambilan data uji jumlah udara masuk dan tegangan output sensor MAF dilakukan pada sebuah pipa paralon dengan ukuran Panjang 30 cm dan diameter 2 dim (5.08cm) yang dipasang sensor MAF sebagai simulator intake manifold. Pada depan pipa paralon di pasang kipas DC 12V sebagai simulasi udara masuk intake manifold.

Jumlah udara masuk dibuat bervariasi berdasarkan bukaan throttle body mulai 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% dengan cara menggunakan kipas DC yang masuk ke intake sehingga dapat diukur tegangan

output sensor MAF pada variasi bukaan throttle body. Tegangan output sensor diukur dengan cara menggunakan multimeter yang diatur pada DCV kemudian diukur tegangan output dari sensor MAF dengan variasi bukaan throttle mulai 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%.

Selanjutnya pada penelitian sensor MAF dilakukan uji perlakuan antara udara kotor dan udara bersih. Perlakuan udara bersih ini menggunakan udara lingkungan sedangkan udara kotor ini menggunakan filter yang diberi pengotor (tepung). Berikut merupakan pengujian tegangan output sensor MAF.



Gambar 4 Pengujian tegangan output sensor MAF

Hasil dari penelitian tegangan output sensor MAF dari berbagai variasi jumlah udara masuk (bukaan throttle) ini dapat terlihat dari tabel dan grafik berikut.

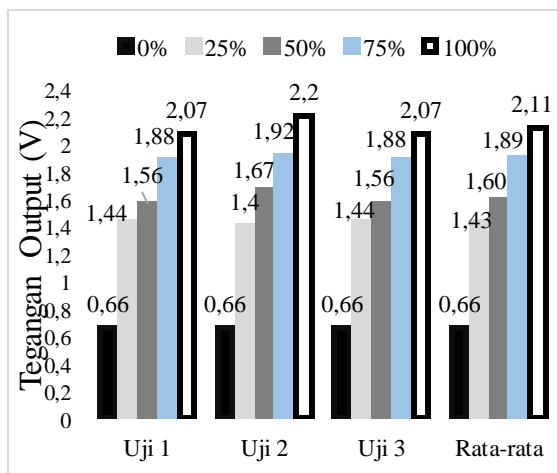
Tabel 2. Data hasil pengujian sensor MAF dengan udara bersih

No	Bukaan Throttle	Tegangan output sensor MAF (V)			
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1	0%	0.66	0.66	0.66	0.66
2	25%	1.44	1.40	1.44	1.43
3	50%	1.56	1.67	1.56	1.60
4	75%	1.88	1.92	1.88	1.89
5	100%	2.07	2.20	2.07	2.11

Berdasarkan Tabel 2. Dapat dilihat bahwa pada Bukaan Throttle 0% (Idle/Tidak Ditekan) Tegangan output sebesar 0.66V di semua uji artinya, saat mesin dalam kondisi

idle atau throttle tertutup, udara yang masuk sedikit, sehingga tegangan tetap rendah. Ketika Bukaian Throttle 25% tegangan meningkat menjadi sekitar 1.43V, ini menandakan bahwa aliran udara mulai meningkat, dan sensor MAF merespons dengan menaikkan output. Bukaian Throttle 50% tegangan berada sekitar 1.60V. Kenaikan ini menunjukkan sensor tetap berfungsi meskipun sedikit ada variasi antar uji (masih dalam batas normal). Pada bukaian throttle 75% tegangan rata-rata: 1.89V, hal ini menunjukkan bahwa aliran udara meningkat secara signifikan, dan sensor juga menunjukkan respons yang konsisten. Terakhir pada bukaian throttle 100% (throttle terbuka penuh) tegangan output mencapai sekitar 2.11V. Ini adalah nilai tertinggi dalam pengujian, sesuai karena jumlah udara masuk maksimum.

Berikut merupakan grafik pengujian variasi bukaian throttle terhadap tegangan output sensor MAF dengan udara bersih.



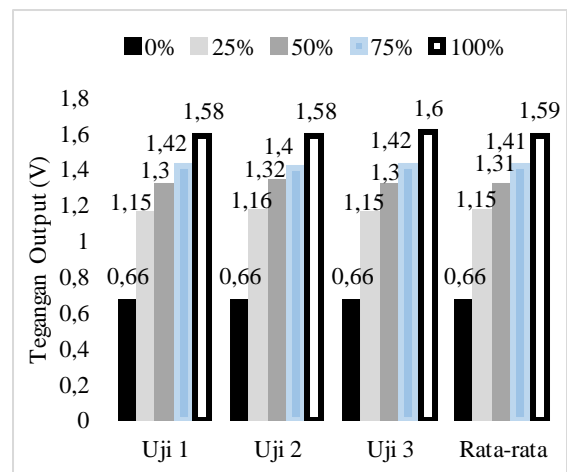
Gambar 5. Grafik pengujian tegangan output sensor MAF dengan udara bersih

Kemudian untuk perlakuan dengan udara kotor atau filter yang diberi pengotor menggunakan tepung terlihat dari tabel sebagai berikut.

Tabel 3. Data hasil pengujian sensor MAF dengan udara kotor

Tegangan output sensor MAF (V)	

No	Bukaan Throttle	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
1	0%	0.66	0.66	0.66	0.66
2	25%	1.15	1.16	1.15	1.15
3	50%	1.30	1.32	1.30	1.31
4	75%	1.42	1.40	1.42	1.41
5	100%	1.58	1.58	1.60	1.59



Gambar 6. Grafik pengujian tegangan output sensor MAF dengan udara kotor

Berdasarkan Tabel 2. Dan Tabel 3. Dapat dilihat dari perbedaan antara perlakuan udara bersih dan udara kotor. Pada udara kotor tegangan output lebih kecil dikarenakan udara yang masuk ke intake terhambat oleh filter yang diberi pengotor (tepung). Pada bukaian throttle 0%, tegangan output sensor MAF adalah yang terendah, yaitu 0.66 Volt. Ini menunjukkan kondisi di mana aliran udara sangat minim atau bahkan tidak ada (misalnya saat kunci kontak ON tapi mesin belum hidup, atau saat mesin idle dengan kebutuhan udara yang sangat sedikit). Pada bukaian throttle 25% ini dimana tegangan output dengan perlakuan udara kotor lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan udara bersih. Tegangan output ini rata-rata adalah 1.15V. Saat bukaian throttle mencapai 100% (posisi pedal gas penuh), tegangan output sensor MAF mencapai nilai tertinggi, yaitu 1.59 Volt. Dapat diamati bahwa perbandingan data dari perlakuan

udara bersih (udara lingkungan) dan udara kotor (filter yang diberi pengotor), mempunyai selisih hingga 0,52V. dari Tabel 2. dan Tabel 3. bisa dibandingkan untuk filter udara kotor tegangan outputnya lebih kecil dibandingkan dengan udara bersih (udara lingkungan).

Kesimpulan

Penelitian ini membuat alat peraga simulator sistem bahan bakar secara sederhana yang digunakan mahasiswa untuk alat praktek pada saat perkuliahan.

Temperature udara masuk berpengaruh terhadap tegangan output sensor IAT pada simulator sistem bahan bakar EFI, dimana ketika temperature 30°C tegangan output sensor IAT adalah 2.65V. Tegangan output sensor IAT akan terus menurun seiring meningkatnya temperature udara masuk.

Jumlah udara masuk (bukaan throttle) berpengaruh terhadap tegangan output sensor MAF pada simulator sistem bahan bakar EFI, dimana ketika jumlah udara masuk (bukaan throttle) 0% tegangan output sensor MAF adalah 0.66V, dan pada jumlah udara masuk (bukaan throttle) 100% tegangan output sensor MAF adalah 2.11V. Tegangan output sensor MAF akan terus meningkat seiring bertambahnya jumlah udara masuk (bukaan throttle).

Pada perlakuan sensor MAF dengan udara masuk bersih dan udara masuk kotor berpengaruh pada tegangan output sensor MAF, dimana pada perlakuan udara bersih tegangan output sensor lebih besar daripada perlakuan udara kotor. Tegangan output sensor MAF dengan perlakuan udara bersih didapatkan pada jumlah udara masuk (bukaan throttle) 100% adalah 2.11V, sedangkan pada perlakuan udara kotor dengan jumlah udara masuk (bukaan throttle) 100% adalah 1.59V.

Sedangkan saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu alat peraga ini bersifat sederhana dan penempatannya belum sempurna. Diharapkan dapat dikembangkan lagi dan disesuaikan agar alat dapat bekerja

dengan maksimal. Saran selanjutnya, alat ini Alat ini menggunakan 3 arduino uno untuk menjalankan 6 sensor, jadi setiap 2 sensor menggunakan 1 arduino uno untuk menjalankan injector. Sehingga alat ini masih belum bisa menggambarkan kondisi yang sebenarnya. Untuk saran selanjutnya para peneliti diharapkan menggunakan 1 arduino untuk menjalankan seluruh komponen sistem bahan bakar EFI.

Ucapan terimakasih

Saya bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya yang memungkinkan penelitian ini terselesaikan dengan baik. Terima kasih sebesar-besarnya saya sampaikan kepada semua pihak yang telah mendukung, terutama dosen pembimbing atas bimbingannya, serta keluarga atas dukungan dan motivasinya selama penulisan jurnal ini.

Referensi

- [1] H. Nasrullah and A. Pambudi, "Pembuatan dan Pengujian Trainer Aliran Bahan Bakar Sistem Injeksi pada Sepeda Motor Honda Beat FI," *AEJ J. Automot. Eng. Vocat. Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 49–58, Jun. 2020, doi: 10.24036/aej.v1i1.7.
- [2] H. Musvita Sari and A. Grummy Wailanduw, "Rancang Bangun Alat Monotoring Kerja Sensor Pada Sepeda Motor Injeksi," vol. 07, pp. 40–46, 2022.
- [3] I. Azis *et al.*, "Sistem Pakar Mendeteksi Kerusakan Injection Nozzle Pada Mesin Diesel Menggunakan Metode Teorema Bayes," *J. CyberTech*, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/>
- [4] P. Menengah Mahir, "PENGENALAN ARDUINO ✓ Oleh: Feri Djuandi," 2011. [Online]. Available:

- <http://www.arobotineveryhome.com>
- [5] L. Budinurmanto, "Rancang Bangun Sistem Injeksi Sepeda Motor Gas (Wisanggeni) Dengan Menggunakan d'ECU (D3 Teknik Mesin Electronic Control Unit) Sebagai Platform Pengembangan Ecu Injeksi Sepeda Motor Gas," p. 142, 2015, [Online]. Available:
<http://repository.its.ac.id/51603/>
- [6] D. A. . Anugrah, M. Harly, and M. Ihwanudin, "JURNAL TEKNIK OTOMOTIF Kajian Keilmuan dan Pengajaran," *J. Tek. OTOMOTIF Kaji. Keilmuan dan Pengajaran Vol. 6, No. 1, April hal. 35 – 42 E-ISSN*, vol. 6, no. 1, pp. 35–42, 2022.
- [7] A. Rohman and R. Nabilah, "Sistem Kontrol Durasi Injeksi Bahan Bakar Berbasis Arduino Pada Alat Peraga Sistem Injeksi Sepeda Motor".
- [8] N. N. Farida, R. Monasari, C. Gunawan, and S. K. Aji, "Studi Penggunaan Manipulator Tegangan Pada Sensor Tekanan Bahan Bakar Mesin Diesel Common Rail Ditinjau Dari Daya & Konsumsi Bahan Bakar," *Otopro*, vol. 19, no. 2, pp. 71–77, 2024, doi: 10.26740/otopro.v19n2.p71-77.
- [9] D. P. (2014). Azaria, "濟無No Title No Title No Title," *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, vol. 7, no. 2, pp. 107–15, 2014.
- [10] Ahmad Muzayyin, Dhimas Andree Priyono, Hasanudin, and Bahtiar Wilantara, "Studi Analisis Sistem Induksi Udara Mobil Toyota Avanza K3-VE Dengan Scanner Launch Thinkdiag Easydiag 4.0," *JASATEC J. Students Automotive, Electron. Comput.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–22, 2021, doi: 10.37339/jasatec.v1i1.610.