

Desain Konverter Kit Injeksi Berbasis Arduino Pada Mesin Empat CC120

Mas'ud As-Syidiq¹, Septyana Riskitasari²

e-mail: masudassyidiq321@gmail.com, septyana.riskitasari@polinema.ac.id

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 12 Mei 2025

Direvisi 27 Mei 2025

Diterbitkan 31 Mei 2025

Kata kunci:

Arduino nano
Bluetooth Elektronik
Konverter kit injeksi

Keywords:

Arduino Nano
Bluetooth Electronics Injection
kit converter

Penulis Korespondensi:

Mas'ud As-Syidiq,
Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Malang,
Jl. Soekarno hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia, 65141.
Email: masudassyidiq321@gmail.com,
Nomor HP/WA aktif: 081286326611

ABSTRAK

Desain konverter kit sistem injeksi berbasis Arduino dikembangkan sebagai solusi untuk mengatasi pemborosan bahan bakar dengan menggantikan sistem karburator pada sepeda motor empat langkah berkapasitas 120 cc. Sistem ini mengandalkan sensor Hall Effect untuk membaca putaran mesin serta sensor posisi throttle (TPS) untuk mendeteksi tingkat bukaan throttle. Data dari kedua sensor tersebut diproses oleh mikrokontroler Arduino Nano, yang kemudian menghasilkan sinyal PWM untuk mengatur kerja injektor bahan bakar. Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur pemantauan data secara real-time melalui koneksi Bluetooth menggunakan aplikasi *Bluetooth Electronics* pada perangkat Android, yang menampilkan informasi seperti nilai TPS, putaran mesin (RPM), dan duty cycle dari injektor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem berfungsi sesuai perancangan, dengan semprotan bahan bakar yang sinkron terhadap sinyal sensor dan pemantauan data yang stabil serta responsif. Secara fisik, konverter kit ini dirancang dengan dimensi ± 10 cm x 7 cm x 3 cm, sehingga cukup ringkas untuk dipasang pada ruang mesin motor tanpa mengganggu komponen lain.

ABSTRACT

The Arduino-based injection system converter kit design was developed as a solution to overcome fuel waste by replacing the carburetor system on a 120 cc four-stroke motorcycle. This system relies on a Hall Effect sensor to read engine speed and a throttle position sensor (TPS) to detect the throttle opening level. Data from both sensors is processed by the Arduino Nano microcontroller, which then produces a PWM signal to regulate the operation of the fuel injector. This system is also equipped with a real-time data monitoring feature via a Bluetooth connection using the Bluetooth Electronics application on an Android device, which displays information such as TPS value, engine speed (RPM), and duty cycle of the injector. Test results show that all system components function according to design, with fuel spray that is synchronous with sensor signals and stable and responsive data monitoring. Physically, this converter kit is designed with dimensions of ± 10 cm x 7 cm x 3 cm, making it compact enough to be installed in the engine room of a motorcycle without disturbing other components.



1. PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi di bidang otomotif, sistem bahan bakar berbasis injeksi semakin banyak digunakan untuk menggantikan karburator pada kendaraan bermotor. Sistem karburator yang selama ini umum digunakan pada motor kecil memiliki kelemahan dalam mengatur campuran udara dan bahan bakar secara optimal karena hanya mengandalkan perbedaan tekanan udara pada venturi. Ketidakhomogenan campuran tersebut menyebabkan pembakaran tidak sempurna, konsumsi bahan bakar boros, serta peningkatan emisi gas buang [1], [2]. Karburator adalah perangkat yang berfungsi mencampurkan bahan bakar dengan udara sebelum masuk ke ruang bakar mesin. Karburator ini juga dapat menghasilkan campuran bahan bakar yang kaya (gemuk) atau miskin (kurus)[3]. Sistem injeksi elektronik hadir sebagai solusi, karena mampu menyemprotkan bahan bakar secara presisi berdasarkan masukan dari berbagai sensor yang dikendalikan oleh sistem elektronik, seperti ECU [4],[5]. Sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*), yang pada kendaraan Honda dikenal dengan istilah PGM-FI (*Programmed Fuel Injection*), merupakan teknologi penyemprotan bahan bakar yang bekerja menggunakan pompa bertekanan untuk mencampurkan bahan bakar dengan udara sebelum masuk ke ruang pembakaran [6]. Sistem ini dirancang untuk mengatur distribusi bahan bakar dan udara secara otomatis melalui kendali elektronik, sehingga proses pembakaran menjadi lebih efisien dan menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah, menjadikannya lebih ramah lingkungan.

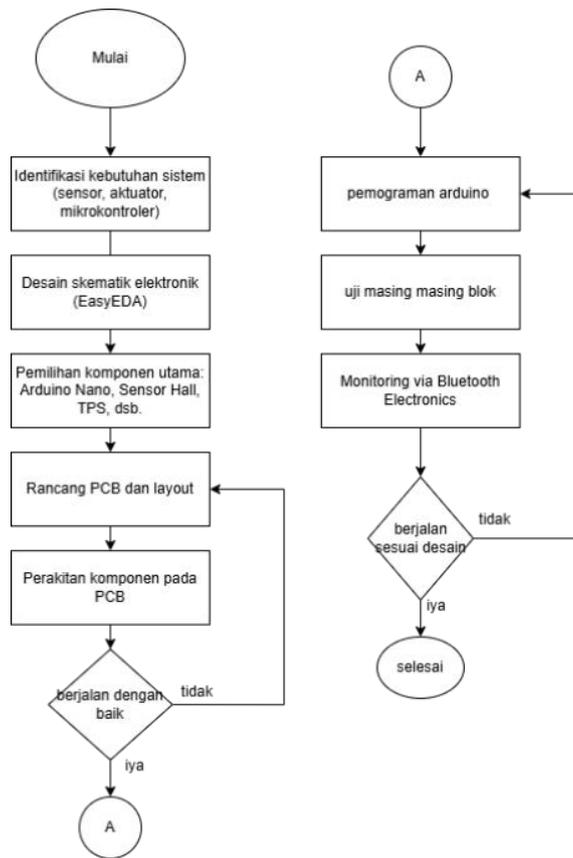
Beberapa studi sebelumnya telah berupaya mengembangkan sistem ECU alternatif dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino sebagai solusi berbiaya rendah. Fikri et al. melakukan kajian terhadap sistem EFI pada motor Honda CBR 150 dan menunjukkan bahwa sistem tersebut mampu berfungsi secara optimal sesuai standar pabrikan[7]. Sementara itu, Ghozali et al. merancang program berbasis Arduino untuk meningkatkan efisiensi tenaga pada sepeda motor Honda Beat FI melalui pendekatan interpolasi sinyal sensor[8]. Di sisi lain, penelitian oleh Dalimarta et al. berhasil merancang sistem injeksi untuk motor dua langkah berbasis Arduino Nano yang dilengkapi dengan sensor TPS dan pulser, yang menghasilkan efisiensi semprotan bahan bakar lebih dari 90%[9]. Meskipun ketiga penelitian tersebut menunjukkan hasil yang positif, belum ada yang secara spesifik membahas perancangan dan penerapan sistem konverter kit berbasis Arduino pada motor empat langkah dengan integrasi fitur monitoring Bluetooth serta penggunaan sensor *Hall Effect* sebagai pemicu penyemprotan injektor.

Penelitian ini dilakukan untuk merancang desain dan mengimplementasikan konverter kit sistem injeksi berbasis Arduino yang dapat menggantikan sistem karburator pada motor empat langkah berkapasitas 120 cc. Sistem ini dirancang agar mampu mengatur semprotan bahan bakar berdasarkan pembacaan sensor dan menampilkan data seperti putaran mesin, posisi throttle, dan *duty cycle* semprotan melalui aplikasi pemantauan berbasis Android. Sistem dilengkapi modul Bluetooth HC-05 yang memungkinkan monitoring parameter seperti RPM, posisi throttle, dan *duty cycle* melalui aplikasi Bluetooth Electronics. Fokus dari penelitian ini adalah pada keberhasilan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak sebagai sistem injeksi sederhana dan efisien, tanpa melibatkan pengujian performa torsi atau konsumsi bahan bakar. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif sistem injeksi yang efisien, murah, dan mudah diadaptasi pada motor konvensional.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, menggunakan Metode dalam kategori penelitian pengembangan (*research and development*) yang difokuskan pada tahap perancangan dan implementasi sistem konverter kit injeksi berbasis mikrokontroler Arduino. Tujuan utama dari kegiatan ini adalah menghasilkan prototipe sistem injeksi sederhana yang dapat berfungsi sebagai pengganti karburator pada mesin motor empat langkah 120 cc. Penelitian ini tidak mencakup pengujian performa mesin, melainkan terbatas pada pengujian fungsional untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai rancangan. Metode penelitian ini digambarkan dalam diagram alir yang di tunjukkan pada Gambar 1 dibawah ini.





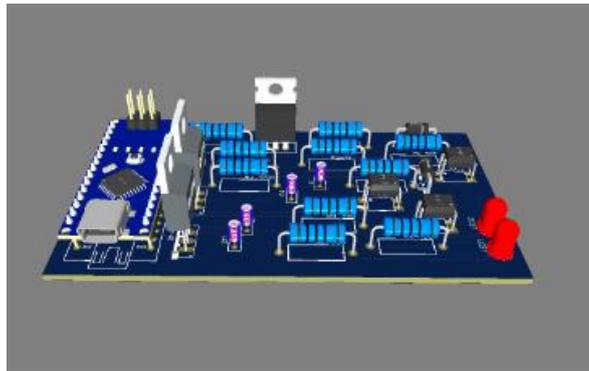
Gambar 1 Flowchart Penelitian

2.1 Perancangan Rangkaian

Langkah awal dalam penelitian ini adalah merancang sistem konverter kit menggunakan bantuan perangkat lunak EasyEDA untuk menyusun skema elektronik secara terstruktur. Sistem ini dirancang untuk mengendalikan semprotan bahan bakar berdasarkan input dari dua sensor utama, yaitu sensor Hall Effect dan Throttle Position Sensor (TPS), dengan kendali pusat oleh mikrokontroler Arduino Nano. Sensor Hall Effect berfungsi sebagai pendeteksi putaran camshaft dengan membaca perubahan medan magnet yang dihasilkan oleh magnet neodmium[10]. Sementara itu, sensor TPS memberikan sinyal analog yang menunjukkan besar kecilnya bukaan throttle.[11] Kedua sinyal ini diproses oleh Arduino untuk menghasilkan sinyal PWM yang digunakan dalam pengaturan durasi semprotan injektor bahan bakar.

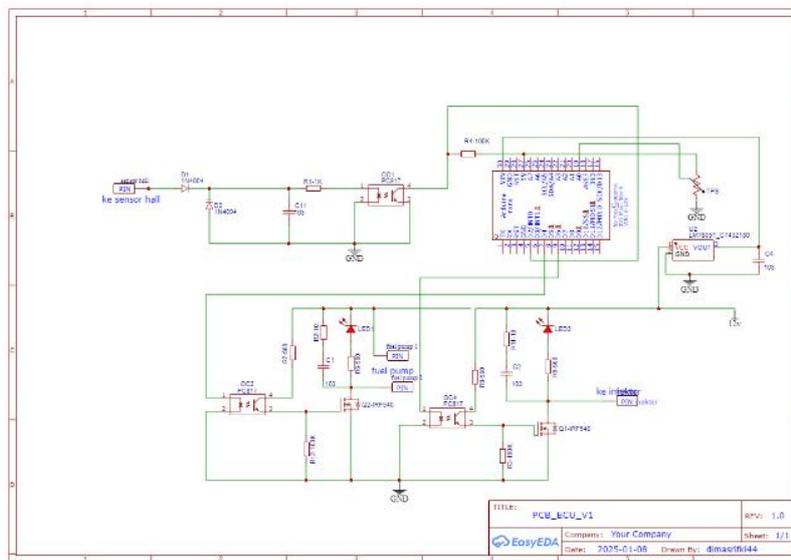
Agar sistem dapat bekerja dengan stabil dan aman, digunakan komponen tambahan seperti regulator tegangan LM7805 untuk menstabilkan suplai daya 5V, optocoupler PC817 untuk isolasi sinyal, serta beberapa resistor, kapasitor keramik 103, dan dioda 1N4004 untuk mendukung kinerja rangkaian secara keseluruhan. Sinyal PWM yang telah diproses dikirim ke MOSFET IRF540 sebagai saklar elektronik yang mengatur semprotan bahan bakar ke injektor.





Gambar 2 Desain 3D Konverter Kid

Setelah seluruh rangkaian dirancang, komponen-komponen tersebut dirakit ke dalam satu papan sirkuit cetak (PCB) yang didesain secara khusus. Tampilan visual desain 3D dan skema rangkaian ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



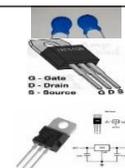
Gambar 3 Skema Converter Kit Injeksi

Untuk memungkinkan pemantauan data secara nirkabel, ditambahkan modul Bluetooth HC-05 yang berfungsi mentransmisikan informasi sistem ke aplikasi Android bernama Bluetooth Electronics. Modul ini mengirimkan data seperti RPM, posisi throttle, dan duty cycle secara real-time.

Tabel berikut menyajikan spesifikasi teknis dari komponen-komponen utama yang digunakan dalam sistem konverter kit ini.

TABEL I Spesifikasi Bahan Pembuatan Converter Kit

Bahan pembuatan converter kit	
1. Kapasitor 103 (10Nf)	Kapasitor keramik 103z 250V 103 10nf
2. Mosfet IRF540	Jenis MOSFET N-Channel Power MOSFET Tegangan Drain-Source Maksimum 100 V
3. Regulator LM7805	Tegangan Keluaran 5V (tetap) Tegangan Masukan Maksimum 35V



4.	Dioda 1N4004	TeganganMasukan Minimum 7V Tegangan Mundur Maksimum 400 V	
5.	Optocoupler PC817	Tegangan Input Maksimum (1.2 - 1.4 V)	
6.	Resistor 100k,1k,560	Daya maksimum 0.125 W, 0.25 W, atau 0.5 W	
7.	Sensor hall efek	Rentang Tegangan Operasional 3.3 V hingga 5 V, Rentang Medan Magnet ± 10 mT, hingga ± 200 Arus Konsumsi 5-20 mA	
8.	Magnet neodymium 6x3	<i>Neodymium</i> Iron Boron (NdFeB) Diameter 6 mm X Tebal 3 mm	
9.	Arduino nano	Rentang frekuensi: 2,4 – 2,5 GHz Kecepatan data: 250Kbps / 1Mbps / 2Mbps Tegangan operasi: 1,9 – 3,6 V	
10.	Bluetooth HC-05	Arus kerja:12,3mA Frekuensi 2.4 GHz ISM Band Jarak Jangkauan ± 10 meter (tanpa halangan), bisa lebih dengan antena eksternalAntarmuka Komunikasi Serial UART (TX, RX) Kecepatan Baudrate Default: 9600 bps (dapat diatur antara 1200 - 1382400 bps)Tegangan Kerja (VCC) 3.6V – 6V (umumnya digunakan 5V melalui regulator onboard) Tegangan Logika I/O 3.3V (TX dari HC-05 ke RX Arduino aman; RX ke HC-05 perlu divider)	

2.2 Cara Kerja Sistem Konverter Kit Injeksi

Ketika kunci kontak diputar pada posisi ON, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa bahan bakar (fuel pump) selama beberapa detik guna membangun tekanan awal dalam saluran bahan bakar. Tekanan ini diperlukan agar injektor siap menyemburkan bahan bakar pada siklus awal pembakaran. Setelah proses inialisasi ini, sistem mulai membaca input dari sensor. Sensor Hall Effect akan mendeteksi keberadaan magnet neodymium yang dipasang pada camshaft setiap kali berputar[12]. Sinyal yang dihasilkan dikirim ke mikrokontroler Arduino Nano untuk dihitung menjadi nilai RPM mesin. Secara bersamaan, TPS (Throttle Position Sensor) mengirimkan tegangan analog sesuai dengan bukaan throttle, yang dikonversi menjadi data digital melalui ADC internal Arduino.



Gambar 4 Mekanisme Uji Coba Converter Kit Injeksi



Selanjutnya, Arduino memproses kedua sinyal tersebut dan menentukan duty cycle yang sesuai untuk menghasilkan sinyal PWM (Pulse Width Modulation). Sinyal ini dikirim ke MOSFET IRF540, yang berfungsi mengendalikan semprotan bahan bakar melalui injektor. Durasi semprotan berubah sesuai kebutuhan berdasarkan kondisi RPM dan bukaan throttle. Untuk memudahkan pemantauan, Arduino juga mengirimkan data RPM, posisi throttle, dan duty cycle secara real-time ke aplikasi Bluetooth Electronics melalui modul Bluetooth HC-05. Dengan sistem ini, pengguna dapat memantau kinerja injeksi secara nirkabel dan praktis melalui perangkat Android.

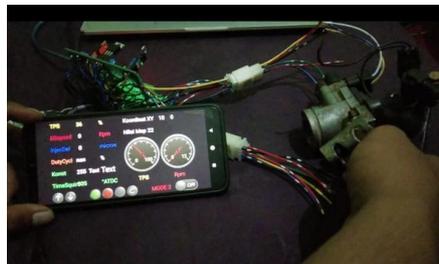
2.3 Pengujian Konverter Kit Injeksi

Setelah seluruh rangkaian sistem selesai dirakit, dilakukan uji coba untuk memastikan bahwa setiap komponen berfungsi sebagaimana yang telah dirancang. Pengujian ini mencakup verifikasi terhadap respon sensor, kestabilan pembacaan sinyal, fungsi semprotan injektor, serta tampilan data monitoring pada aplikasi yang terhubung melalui Bluetooth.

Pengujian pertama difokuskan pada pembacaan sinyal dari sensor Hall Effect, yang digunakan untuk mendeteksi rotasi mesin. Pada saat sistem diaktifkan, fuel pump secara otomatis menyala untuk membangun tekanan awal dalam saluran bahan bakar. Hal ini memastikan bahwa injektor dapat langsung bekerja saat menerima sinyal pertama dari Arduino. Dokumentasi pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 5, yang memperlihatkan fuel pump, sistem rangkaian aktif, serta kondisi koneksi sensor ke rangkaian utama.



Gambar 5 Pengujian Converter Dengan Sensor Hall Efek



Gambar 6 Pengujian Converter Kit, Serial Monitor Yang Terhubung Ke TPS

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk membaca nilai Throttle Position Sensor (TPS) yang dihubungkan ke mikrokontroler. Data dari sensor ini dikirim ke aplikasi Bluetooth Electronics dan ditampilkan dalam bentuk angka digital dan indikator visual seperti grafik RPM dan duty cycle. Tampilan tersebut dapat dilihat pada Gambar 6, yang menunjukkan komunikasi dua arah antara perangkat keras dan aplikasi Android berjalan dengan baik.





Gambar 7 Pengujian Kendaraan Menggunakan Konverter kit Injeksi

Tahap terakhir adalah pengujian sistem secara langsung pada sepeda motor 120 cc. Tujuannya adalah mengevaluasi implementasi nyata sistem injeksi sederhana berbasis Arduino di kendaraan bermotor. Gambar 7 menunjukkan motor yang telah terpasang konverter kit dan dinyalakan pada kondisi aktual di lapangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa injektor mampu menyemprotkan bahan bakar secara sinkron terhadap perubahan sinyal dari sensor, menandakan sistem berjalan sesuai rancangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses perancangan dan perakitan sistem konverter kit injeksi berbasis Arduino telah berhasil dilakukan dan diintegrasikan pada mesin motor empat langkah 120 cc. Sistem ini terdiri dari Arduino Nano sebagai unit pengolah, sensor Hall Effect untuk mendeteksi putaran camshaft, serta Throttle Position Sensor (TPS) sebagai input posisi bukaan throttle. Semua komponen elektronik dirakit ke dalam papan PCB hasil desain melalui perangkat lunak EasyEDA. Yang di lihatkan pada Gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8 Konverter Kit Injeksi

Sensor Hall Effect berfungsi secara optimal dalam mendeteksi perubahan medan magnet yang berasal dari magnet neodymium yang dipasang pada bagian rotating gear mesin. Sinyal digital yang dihasilkan mampu diolah oleh Arduino untuk menghitung rotasi mesin (RPM). Pada saat yang sama, TPS memberikan input berupa tegangan analog yang sesuai dengan posisi throttle. Arduino kemudian memproses kedua sinyal ini untuk menghasilkan sinyal PWM yang dikirimkan ke MOSFET IRF540, yang selanjutnya mengaktifkan injektor bahan bakar.

Berdasarkan pengujian fungsional, sistem dapat merespon perubahan throttle dengan semprotan injektor yang proporsional terhadap nilai duty cycle yang dihitung Arduino. Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu beroperasi sebagaimana dirancang dan menunjukkan performa kerja yang stabil. Sistem dilengkapi dengan fitur komunikasi nirkabel melalui modul Bluetooth HC-05. Data yang dihasilkan oleh Arduino, seperti nilai RPM, tingkat bukaan throttle, dan duty cycle semprotan, dikirimkan secara real-time ke aplikasi Bluetooth Electronics yang terpasang pada perangkat Android. Yang dilihatkan pada Gambar 9 dibawah ini.





Gambar 9 Pemantauan Serial Monitor Bluetooth

Pemantauan ini memungkinkan pengguna untuk melihat langsung kondisi sistem tanpa harus menghubungkan kabel ke unit. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan fitur kalibrasi awal untuk sensor TPS, di mana nilai kalibrasi tersebut disimpan dalam EEPROM Arduino. Dengan adanya fitur ini, nilai referensi tetap tersimpan meskipun perangkat dimatikan, meningkatkan fleksibilitas penggunaan sistem di berbagai kondisi. Konverter kit ini memberikan solusi alternatif terhadap sistem injeksi pabrikan dengan harga yang lebih terjangkau. Keunggulan sistem ini meliputi kemudahan modifikasi, pemantauan yang praktis melalui Bluetooth, serta kemampuan dasar dalam mengatur semprotan bahan bakar berdasarkan masukan sensor. Namun, sistem ini belum mengintegrasikan sensor-sensor tambahan seperti MAP (Manifold Absolute Pressure) atau IAT (Intake Air Temperature) yang umumnya digunakan pada sistem injeksi modern. Oleh karena itu, kontrol bahan bakar yang dihasilkan masih tergolong sederhana dan belum sekompleks sistem ECU pabrikan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi sistem, dapat disimpulkan bahwa konverter kit injeksi berbasis Arduino berhasil dibuat dan dioperasikan secara fungsional pada mesin motor empat langkah 120 cc. Sistem mampu membaca input dari sensor Hall Effect dan Throttle Position Sensor (TPS), kemudian memprosesnya melalui mikrokontroler Arduino untuk mengatur semprotan bahan bakar secara proporsional menggunakan sinyal PWM yang dikendalikan oleh MOSFET IRF540. Selain itu, sistem dilengkapi dengan fitur pemantauan data secara nirkabel menggunakan modul Bluetooth HC-05 dan aplikasi Bluetooth Electronics, yang memungkinkan pengguna untuk melihat data seperti RPM, posisi throttle, dan duty cycle secara real-time. Fitur tambahan berupa kalibrasi TPS yang disimpan dalam EEPROM juga memberikan fleksibilitas penggunaan.

Secara keseluruhan, sistem ini menawarkan solusi injeksi bahan bakar alternatif yang terjangkau, mudah dimodifikasi, dan dapat diimplementasikan pada motor konvensional. Meskipun belum sekompleks sistem ECU pabrikan karena belum dilengkapi sensor MAP atau IAT, sistem ini menunjukkan potensi besar sebagai dasar pengembangan sistem injeksi berbasis mikrokontroler untuk kendaraan bermotor kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. A. Raharjo, "Pengaruh Variasi Karburator Dan Bahan Bakar Terhadap Kinerja Mesin Dan Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Suzuki Thunder 125 Cc," *Mechonversio Mech. Eng. J.*, vol. 3, no. 1, p. 23, 2020, doi: 10.51804/mmej.v3i1.836.
- [2] I. N. Suparta, I. M. Suarta, I. P. G. S. Rahtika, and P. W. Sunu, "Perbandingan konsumsi bahan bakar pada sistem injeksi dan sistem karburator," *J. Appl. Mech. Eng. Green Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 108–113, 2021, doi: 10.31940/jametechn.v2i3.108-113.
- [3] F. WAHYU RIZKILAH and Y. J. LEWERISSA2, "Rancang bangun trainer fuel injection simulator sepeda motor," vol. 8, no. 1, pp. 16–22, 2023.
- [4] Santoso and H. W. Priambodo, "Pengaruh Penggunaan Jenis Ecu (Electronic Control Unit) DAN Jenis Centrifugal Clutch Terhadap Performa Mesin 150 cc," *J-MEEG J. Mech. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 191–199, 2023.
- [5] B. Sugiarto, "Sistem Injeksi Bahan Bakar Sepeda Motor Satu Silinder Empat Langkah," *MAKARA Technol. Ser.*, vol. 8, no. 3, pp. 77–82, 2010, doi: 10.7454/mst.v8i3.273.
- [6] M. Isnaini and S. M. Situmorang, "Perancangan Sistem Informasi Pencarian Kerusakan Sepeda Motor Sistem Electronic Fuel Ignatian (EFI)," vol. 4, no. 1, pp. 41–54, 2021, [Online]. Available: <https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/r03/pdf/full.pdf>
- [7] M. M. Al Fikri, "Analisa Sistem Kerja Electrical Fuel Injection (EFI) pada Motor Honda CBR 150," *Majamecha*, vol. 1, no. 1, pp. 36–47, 2019, doi: 10.36815/majamecha.v1i1.366.
- [8] M. Ghozali *et al.*, "Pembuatan Program Arduino Terhadap Peningkatan Daya Sepeda Motor Honda Beat Fi Program for Making Arduino for Increasing the Power of Honda Beat Fi Motorcycle," *J. Ilm. Poli Rekayasa*, vol. 18, no. 2, pp. 73–78, 2023.



- [9] F. F. Dalimarta, M. Mahdi, J. Jaelani, and R. D. Wibisono, "Rancang Bangun Electronic Control Unit Berbasis Arduino pada Mesin Motor Dua Langkah," *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 105–111, 2022, doi: 10.21831/dinamika.v7i2.53301.
- [10] I. K. R. Hartawibawa, S. Hadi, and P. A. B. Guterres, "Sensor Effect Hall Pada Industri Otomotif," *Res. Gate*, no. December, pp. 1–24, 2020.
- [11] 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/>
- [12] M. Frillian *et al.*, "Rancang Bangun Magnetic Trap Menggunakan Cylinder Neodymium Magnet Tipe N-42 Pada Proses Penggilingan Padi," vol. 10, no. 4, pp. 567–574, 2022.

