Jurnal Penelitian Inovatif (JUPIN)
Vol. 5, No. 3, Agustus 2025, Hal. 2427-2438
https://jurnal-id.com/index.php/jupin
DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.1741
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Pengaruh Sudut Pengapian CDI Programmable terhadap Performa Daya dan Torsi Mesin Sepeda Motor 110 CC

Mustakim[1], Sigit Gunawan*[2]

[1]Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Indonesia
[2]Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Indonesia
Email: [2]gunruscit@gmail.com

Abstrak

Efisiensi pembakaran dan performa sepeda motor sangat dipengaruhi oleh sudut pengapian, terutama jika menggunakan bahan bakar dengan nilai oktan yang berbeda dari rancangan standar. Sudut pengapian pada sepeda motor standar dirancang untuk bahan bakar RON 88. Perubahan bahan bakar memerlukan penyesuaian, salah satu alternatifnya adalah mengatur sudut pengapian dengan CDI programmable untuk mencapai performa yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh sudut pengapian CDI programmable terhadap performa daya dan torsi mesin sepeda motor 110 cc. Variabel penelitian adalah sudut pengapian. Sudut pengapian sesuai dengan pemetaan CDI programmable yang tersedia. Penyetelan sudut pengapian yang tepat dapat meningkatkan efisiensi pembakaran, daya dan torsi mesin. Metode penelitian ini bersifat eksperimental melalui pengujian di laboratorium. Pengujian performa dilakukan dengan menggunakan dinamometer untuk mendapatkan data daya, torsi dan sudut pengapian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut pengapian dengan menggunakan CDI programmable dapat meningkatkan performa daya dan torsi mesin secara signifikan, terutama pada putaran mesin sedang dan tinggi. Daya tertinggi menggunakan CDI standar adalah 6,9 HP yang diperoleh pada sudut pengapian 32° sebelum titik mati atas dengan putaran mesin 7500 rpm dan torsi tertinggi adalah 7,74 Nm yang diperoleh pada sudut pengapian 32° sebelum titik mati atas dengan putaran mesin 4000 rpm. Sementara pada CDI programmable, daya tertinggi dicapai pada sudut pengapian 27° sebelum titik mati atas, putaran mesin 7500 rpm pada posisi map 4 yaitu 7,7 HP dan torsi tertinggi diperoleh pada sudut pengapian 27° sebelum titik mati atas, putaran mesin 5000 rpm pada posisi map 4 sebesar 8,29 Nm.

Kata Kunci: *CDI Programmable, Performa Mesin, Sepeda Motor, Waktu Pengapian*

Abstract

The combustion efficiency and performance of a motorcycle are greatly affected by the ignition angle, especially when using fuels with octane values different from the standard design. The ignition angle on a standard motorcycle is designed for RON 88 fuel. Fuel changes require adjustments, one alternative is to adjust the ignition angle with a programmable CDI to achieve optimal performance. This study aims to analyze the effect of CDI programmable ignition angle on the performance of 110 cc motorcycle engine power and torque. The research variable is the ignition angle. The ignition angle is in accordance with the available programmable CDI map. Proper ignition angle tuning can improve combustion efficiency, engine power and torque. This research method is experimental through laboratory testing. Performance testing is carried out using a dynamometer to obtain data on power, torque and ignition angle. The results showed that the ignition angle using programmable CDI can significantly improve the performance of engine power and torque, especially at medium and high engine speeds. The highest power using a standard CDI is 6.9 HP obtained at an ignition angle of 32° before top dead center with an engine speed of 7500 rpm and the highest torque is 7.74 Nm obtained at an ignition angle of 32° before top dead center with an engine speed of 4000 rpm. While on programmable CDI, the highest power was achieved at an ignition angle of 27° before top dead center, engine speed of 7500 rpm at map position 4 of 7.7 HP and the highest torque was obtained at an ignition angle of 27° before top dead center, engine speed of 5000 rpm at map position 4 of 8.29 Nm.

Keywords: *Engine Performance, Ignition Timing, Motorcycle, Programmable CDI*

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.1741
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor merupakan fenomena yang terjadi secara global, terutama di negara-negara berkembang seperti Indonesia. Fenomena ini dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, peningkatan pendapatan masyarakat, urbanisasi, serta kemudahan dalam memiliki kendaraan pribadi.

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS, 2023), jumlah kendaraan bermotor di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2022 tercatat lebih dari 150 juta unit kendaraan bermotor, dengan sepeda motor mendominasi lebih dari 80% dari total kendaraan. Hal ini menunjukkan adanya ketergantungan masyarakat terhadap kendaraan pribadi, khususnya sepeda motor, sebagai sarana transportasi utama.

Sebagian besar sepeda motor yang digunakan oleh masyarakat menggunakan mesin pembakaran dalam. Mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) adalah mesin yang menghasilkan tenaga mekanis melalui proses pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar. Energi panas hasil pembakaran dikonversi menjadi energi mekanis melalui gerak translasi atau rotasi komponen mesin seperti piston, poros engkol, dan lain-lain. Salah satu faktor yang mempengaruhi performa adalah sistem pengapian. Pada mesin pembakaran dalam sistem pengapian bertugas untuk memercikkan bunga api di ruang bakar pada saat yang tepat, guna membakar campuran udara dan bahan bakar. Momen pemercikan bunga api ini dikenal sebagai sudut pengapian (*ignition timing*) dan dinyatakan dalam derajat putaran poros engkol (*crank angle degree*) sebelum TMA (Heywood, 1988).

Sudut pengapian dinyatakan dalam derajat sebelum TMA. Jika pengapian terjadi terlalu awal (*advanced*), dapat menyebabkan knocking atau pembakaran dini. Sebaliknya, pengapian yang terlalu lambat (*retarded*) menyebabkan tenaga mesin berkurang dan suhu buang meningkat (Pulkrabek, 2004). Untuk mengetahui sudut pengapian aktual pada mesin, terdapat beberapa metode pengukuran. Metode yang umum digunakan di lapangan adalah timing light, yaitu alat yang memanfaatkan sinyal dari kabel busi dan menyorotkan cahaya *stroboskopik* ke tanda pada *pulley* atau *flywheel* mesin. Cahaya tersebut menyala secara sinkron dengan percikan busi sehingga posisi pengapian tampak "diam" dan bisa dibandingkan dengan tanda derajat pengapian pada pulley (Bosch, 2004).

Performa sepeda motor merupakan salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan oleh pengguna, khususnya bagi mereka yang mengandalkan kendaraan roda dua untuk aktivitas sehari-hari maupun kebutuhan kompetitif seperti balap. Dalam upaya meningkatkan performa mesin sepeda motor, berbagai modifikasi teknis dapat dilakukan, salah satunya adalah penggantian sistem pengapian standar dengan CDI *(Capacitor Discharge Ignition)* programmable serta penggunaan bahan bakar dengan angka oktan yang lebih tinggi (Fajar dkk, 2022). CDI programmable adalah pengembangan dari CDI konvensional yang memungkinkan pengguna untuk mengatur kurva pengapian secara fleksibel melalui perangkat lunak komputer atau aplikasi. Pengguna dapat memprogram sudut pengapian pada berbagai putaran mesin, sehingga pengapian dapat disesuaikan dengan karakteristik mesin atau kebutuhan pengguna seperti efisiensi bahan bakar, performa tinggi, atau keperluan balap (Prasetyo dkk, 2022). Dengan CDI programmable, sudut pengapian dapat dimajukan atau dimundurkan tergantung pada putaran mesin. Misalnya, pada putaran rendah, pengapian cenderung dimajukan agar pembakaran selesai tepat waktu saat piston mencapai TMA. Sebaliknya, pada putaran tinggi, pengapian dimajukan lebih jauh karena waktu pembakaran lebih singkat (Nurhadi & Sutikno, 2020).

Bahri, dkk (2025) telah melakukan penelitian dengan judul analisis pengaruh perbandingan timing injeksi menggunakan variasi bahan bakar pertamax dan etanol terhadap performa motor matic 110 cc. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi timing injeksi dengan bahan bakar pertamax atau etanol memberikan pengaruh signifikan terhadap torsi dan daya motor matic 110 cc. Torsi meningkat dengan timing injeksi standar untuk campuran bahan bakar E45 pada putaran 8000 rpm menjadi 10,51 Nm, meningkat sebesar 0,97 Nm bila dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar pertamax dengan RON 92 pada timing injeksi yang sama. Daya juga mengalami kenaikan untuk campuran E45 pada 8000 rpm, yaitu sebesar 10,08 Hp atau 7,61 kW, meningkat sebesar 1,01 kW dibanding dengan menggunakan bahan bakar pertamax pada timing injeksi standar. Torsi meningkat dengan timing injeksi modifikasi untuk campuran bahan bakar E45 pada putaran 8000 rpm menjadi sebesar 10,7 Nm,

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.1741
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

meningkat sebesar 1,16 Nm dibandingkan dengan timing injeksi standar dan menggunakan bahan bakar pertamax. Daya juga mengalami kenaikan untuk E45 pada putaran 8000 rpm menjadi sebesar 10,28 Hp atau 7,66 kW. Cahyo dan Rizal (2020) melakukan penelitian tentang analisa pengaruh *ignition timing* terhadap daya dan torsi *piston engine SOHC four Stroke.* Kesimpulan dari penelitian ini adalah daya dan torsi maksimum yang dihasilkan pada *ignition timing* standar masing-masing adalah 8,6 Hp pada putaran 6667 rpm dan torsi 9,95 Nm pada putaran 3879 rpm. Daya dan torsi maksimum yang dihasilkan pada *ignition timing* maju 1º adalah 9,1 Hp pada putaran 6865 rpm dan torsi 10,75 Nm pada putaran 3641 rpm. Daya dan torsi maksimum yang dihasilkan pada *ignition timing* maju 2º, yaitu 9,3 Hp pada putaran 6943 rpm dan torsi 11,07 Nm pada putaran 3797 rpm. Pada *ignition timing* yang dimajukan dari standarnya, diperoleh peningkatan nilai prestasi mesin, dibanding dengan *ignition timing* standar. Hal ini dapat dilihat dari nilai daya dan torsi yang lebih besar pada *ignition timing* yang dimajukan 2º dari standarnya. Semakin tinggi putaran, maka daya dan torsi juga semakin tinggi. Nilai torsi paling tinggi diperoleh pada waktu pengapian maju 2º dari standarnya dengan nilai 11,07 Nm pada putaran 3797 rpm, sedangkan nilai daya paling tinggi, yaitu 9,3 Hp pada putaran 6943 rpm didapatkan pada waktu pengapian maju 2º dari standarnya. Kriswinarto, dkk (2020) melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi waktu pengapian terhadap torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar mesin injeksi 1500 cc. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa torsi dan daya terbaik dihasilkan pada saat timing dimajukan 1° pada putaran mesin 4000 rpm. Hal ini terjadi karena jika pengapian dimajukan akan mempercepat pembakaran dan memperpanjang langkah ekspansi yang terjadi, sehingga menghasilan kinerja mesin yang maksimal. Hasil konsumsi bahan bakar terendah dihasilkan pada timing -2 (12° sebelum titik mati atas) pada putaran 2000 rpm. Nilai konsumsi bahan bakar semakin kecil apabila berada pada putaran mesin rendah, yaitu pada putaran 2000 rpm karena pada putaran tersebut merupakan putaran terendah dari semua variasi yang dilakukan. Semakin tinggi putaran mesin maka nilai konsumsi bahan bakar akan semakin besar karena mesin membutuhkan bahan bakar yang lebih banyak dalam setiap kenaikan putaran mesin.

Priyanto, dkk (2021) telah melakukan penelitian tentang pengaruh tipe ignition coil terhadap torsi dan daya motor bensin pada variasi tiga jenis bahan bakar dan diperoleh kesimpulan bahwa terdapat perbedaan daya, torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik pada motor Jupiter MX 135cc. Selain itu daya ignition coil aftermarket lebih besar daripada ignition coil standar. Penggunaan bahan bakar pertamax memiliki hasil lebih baik dibandingkan dengan pertalite dan premium juga berpengaruh terhadap torsi yang dihasilkan. Konsumsi bahan bakar yang lebih irit dihasilkan dengan penggunaan ignition coil aftermarket dibandingkan dengan ignition coil standar. Penggunaan bahan bakar pertalite dan pertamax memiliki hasil lebih baik dibandingkan dengan premium dengan presentase penurunan konsumsi bahan bakar pertalite ignition coil standar sebesar 21%, ignition coil Thailand 3%, ignition coil Choho 1%, dan Ignition coil Ktc 7%. Putro, dkk (2023) melakukan penelitian mengenai studi eksperimen pengaruh variasi sudut pengapian terhadap performa mesin motor Honda Tiger 200 cc. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut pengapian 8º menghasilkan daya paling besar, yaitu 13,09 Hp pada putaran mesin 8500 rpm. Sudut pengapian 14º menghasilkan daya paling rendah, yaitu 1,0 Hp pada putaran 1500 rpm. Dengan daya sebesar 13,31 Hp dan putaran mesin 5500 rpm, torsi maksimum dicapai pada sudut penyalaan 8º. Sedangkan dengan daya 5,53 Hp dan putaran mesin 1500 rpm, torsi minimum diperoleh pada sudut penyalaan 14º. Sudut penyalaan 14º menghasilkan konsumsi bahan bakar maksimum, yaitu 0,552 kg/jam.hp. Dengan konsumsi 0,091 kg/jam.hp, sudut pengapian 8º menghasilkan konsumsi bahan bakar paling rendah. Hal ini disebabkan oleh perbedaan waktu pembakaran di ruang bakar. Sedangkan hasil pengujian daya maksimal berhubungan dengan torsi maksimal pada perubahan sudut pengapian 8° akibat dari perbedaan waktu percikan api pada busi. Setiawan dan Erman (2023) meneliti tentang pengaruh konsumsi bahan bakar premium dengan metode variasi sudut pengapian pada motor Toyota Seri 4K untuk praktikum mahasiswa. Hasil penelitian menginformasikan bahwa laju konsumsi bahan bakar terendah dihasilkan pada sudut derajat pengapian yang dimajukan 2º dari standar yaitu pada sudut derajat pengapian 10º, dengan putaran mesin 750–1500 rpm. Konsumsi bahan bakar premium dipengaruhi oleh variasi sudut pengapian terhadap putaran mesin.

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.1741
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Saputro, dkk (2023) telah melakukan penelitian tentang analisa pengaruh variasi sudut pengapian 9º, 11º, 12º terhadap performa motor Honda tipe GL 200. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada sudut 11º yang efektif jika dipakai, karena pada sudut 11º, daya naik sebesar 21% dan torsi naik sebesar 12,5%. Sutrisno dan Firmansyah (2021) melakukan penelitian tentang pengaruh perubahan sudut pengapian terhadap performa mesin sepeda motor Honda Tiger 200 cc. Hasil penelitian menginformasikan bahwa sudut pengapian yang tepat dapat meningkatkan performa mesin, sedangkan sudut pengapian yang tidak tepat dapat menurunkan performa dan bahkan merusak komponen mesin. Goyi, dkk (2021) telah meneliti pengaruh variasi derajat pengapian terhadap performa mesin 4 tak 100 cc. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah variasi waktu pengapian maju 3° atau 17º sebelum TMA busi sudah memercikkan bunga api sehingga menghasilkan torsi yang lebih besar daripada waktu pengapian standar yaitu 14º sebelum TMA yang memercikkan bunga api pada busi.

Siswo, dkk (2024) telah melakukan penelitian tentang pengaruh memajukan waktu pengapian terhadap performa, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa uji torsi terbaik magnet standar 15º menghasilkan torsi 9,25 Nm, magnet 16º menghasilkan torsi 9,41 Nm naik sebesar 2%, magnet 17º menghasilkan torsi 10,46 Nm naik sebesar 13% dari magnet standar. Uji daya magnet standar 15º menghasilkan daya 1,04 Hp, uji magnet 16º menghasilkan daya 1,16 Hp naik 12%, uji magnet 17º menghasilkan daya 1,39 Hp naik 34% dari magnet standar. Uji konsumsi bahan bakar magnet standar 15º sebesar 1,93 kg/kWh, magnet 16º menghasilkan 1,82 kg/kWh turun 6%, magnet 17º menghasilkan 1,32 kg/kWh naik 32% dari magnet standar. Uji emisi gas buang nilai terendah CO magnet standar 15º pada putaran 2000 rpm sebesar 5,58%. Hydrocarbon magnet 16º pada putaran 2000 rpm sebesar 9229 ppm. Karbondioksida magnet 17º pada putaran 2000 rpm sebesar 3,39%. O_2 magnet standar 15º pada putaran 2000 rpm sebesar 12,68%. Lambda magnet 16º pada putaran 2000 rpm sebesar 0,715. Perbandingan udara dan bahan bakar magnet 16º pada putaran 2000 rpm sebesar 10,51. Memajukan waktu pengapian sangat berpengaruh terhadap peningkatan performa mesin, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Wagino, dkk (2021) melakukan penelitian tentang pengaruh perubahan waktu pengapian terhadap daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar pada Honda Supra X 125 cc. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa daya tertinggi diperoleh pada waktu pengapian 17° sebelum titik mati atas dengan menggunakan bahan bakar pertalite, yaitu sebesar 9,87 Hp, meningkat 1,25% dari daya dengan waktu pengapian standar 15° sebelum titik mati atas, dan torsi tertinggi diperoleh sebesar 1,18 kgf/m atau meningkat 1,70% dari torsi pengapian standar 15° sebelum titik mati atas. Konsumsi bahan bakar dari efek perubahan waktu pengapian (*ignition timing*) terhadap konsumsi bahan bakar yang dilakukan dengan variasi waktu pengapian 15° (standar), 16°, dan 17° sebelum titik mati atas, konsumsi bahan bakar terbaik diperoleh pada waktu pengapian 15° sebelum titik mati atas, ketika merujuk pada keluaran torsi pada putaran 4000 rpm, hasil konsumsi bahan bakar diperoleh sebesar 0,223 kg/jam pada jenis bahan bakar pertamax 92 dengan waktu pengapian standar 15° sebelum titik mati atas, ketika merujuk pada daya keluar maksimum, yaitu pada putaran 7500 rpm, konsumsi bahan bakar terbaik juga diperoleh pada waktu pengapian standar 15° sebelum titik mati atas pada jenis bahan bakar pertamax 92. Warso, dkk (2020) meneliti tentang pengaruh mapping ignition timing Engine Control Unit (ECU) programmable terhadap torsi dan daya motor bensin 4 langkah. Hasil penelitian menginformasikan bahwa pengaruh dari *ignition timing* ECU standar pada 5° sebelum TMA menghasilkan torsi maksimum 14,86 Nm pada putaran mesin 7500 rpm dan daya maksimum 16,9 Hp pada putaran mesin 8500 rpm. Pada putaran mesin 7500 rpm ECU mapping 1 mengalami peningkatan torsi 3% menjadi 15,25 Nm dan daya mengalami peningkatan 3% menjadi 17,4 Hp pada putaran mesin 8750 rpm. Setelah dilakukan mapping lagi pada ECU 2 juga terjadi peningkatan torsi 3% dan daya 4% dibanding dengan penggunaan *ignition timing* ECU standar. Torsi yang dihasilkan ECU mapping 2 sebesar 15,29 Nm pada putaran mesin 7500 rpm dan menghasilkan daya maksimum 17,6 Hp pada putaran mesin 8750 rpm. Pada ECU 1 dilakukan mapping dengan *ignition timing* tertinggi pada 32° sebelum titik mati atas. Pada ECU mapping 2 menggunakan titik *ignition timing* pada 35° sebelum titik mati atas.

Khadri, dkk (2024) melakukan penelitian mengenai pengaruh sudut pengapian dan durasi injeksi penggunaan ECU berbasis Arduino terhadap performa motor 110 cc F1. Kesimpulan dari penelitian

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.1741
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

tersebut adalah torsi tertinggi diperoleh pada variasi sudut pengapian +4° dan durasi injeksi +5% sebesar 16,98 Nm, daya maksimum dicapai pada sudut +2° dan injeksi +10% sebesar 7,03 Hp. Razi, dkk (2019) meneliti pengaruh derajat pengapian terhadap kinerja motor bakar 6 langkah berbahan bakar etanol dan diperoleh kesimpulan bahwa torsi terbesar didapatkan pada variasi satu (sudut pengapian 28°) dengan cara memajukan sudut pengapian 2° yaitu pada putaran 2400 rpm sebesar 0,57 kgm. Daya efektif terbesar juga dihasilkan pada variasi satu (sudut pengapian 28°), yaitu pada putaran 3600 rpm sebesar 2,24 Hp. Widjatmiko dan Listiyono (2023) telah meneliti tentang analisis pengaturan sudut pengapian dan durasi injeksi terhadap torsi motor bensin volume 2000 cm^3. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa nilai sudut pengapian standar +2˚ dan durasi injeksi standar +2 milidetik merupakan variasi yang menghasilkan torsi paling optimal yaitu sebesar 176 Nm.

Yogatama, dkk (2025) telah melakukan penelitian tentang pengaruh sudut pengapian durasi injeksi ECU Arduino terhadap kinerja dan emisi gas motor F1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa torsi maksimum meningkat sebesar 1,38 Nm atau sekitar 8%, mencapai 16,98 Nm, pada variasi sudut pengapian sebesar +4° dan durasi injeksi bahan bakar sebesar +5%. Daya maksimum meningkat sebesar 0,23 Hp atau sekitar 3%, menjadi 7,03 Hp, pada variasi sudut pengapian sebesar +2° dan durasi injeksi bahan bakar sebesar +10%. Emisi gas buang menurun signifikan pada variasi sudut pengapian sebesar +2° dan durasi injeksi bahan bakar sebesar +5%, emisi HC turun rata-rata sebesar 268,37 ppm (56%) dan CO turun sebesar 2,11% (41%) dibandingkan dengan kondisi standar. Secara keseluruhan konfigurasi terbaik adalah sudut pengapian +2° dan durasi injeksi bahan bakar +5%, dengan torsi 15,95 Nm, daya 6,57 Hp, emisi HC 212,33 ppm, dan CO 3,09%. ECU berbasis Arduino terbukti efektif dalam meningkatkan performa mesin sekaligus mengontrol emisi, hal tersebut menjadi solusi efisien dan ramah lingkungan. Aldhaidhawi, dkk (2020) melakukan penelitian pengaruh waktu pengapian terhadap kinerja dan emisi mesin bensin (SI) yang menggunakan bahan bakar bensin, etanol, dan LPG dan diperoleh hasil bahwa daya efektif dan torsi efektif optimal dicapai pada sudut poros engkol yang lebih maju sebelum titik mati atas. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar spesifik rem berkurang jika waktu pengapian ditingkatkan. Bahan bakar etanol menghasilkan emisi karbon monoksida, hidrokarbon tak terbakar, dan oksida nitrogen pada tingkat minimum dibandingkan dengan bahan bakar bensin pada semua kondisi operasi. Bahan bakar LPG menghasilkan hasil emisi yang menjanjikan lebih baik daripada yang diperoleh dari bahan bakar bensin. Zhang, dkk (2021) meneliti tentang pengaruh sudut pengapian terhadap karakteristik pembakaran pada mesin injeksi langsung bensin yang diberi tambahan gas alam terkompresi dalam kondisi beban parsial. Hasil menunjukkan bahwa dengan peningkatan sudut kemajuan pengapian, maka tekanan silinder maksimum, laju pelepasan panas, laju kenaikan tekanan, dan suhu pembakaran maksimum meningkat. Sudut kemajuan pengapian sebesar 28º CA-BTDC, dan PES40 memiliki efek sinergi bahan bakar terbaik dan peningkatan kinerja daya terbaik. Pengaruh kemajuan sudut pengapian terhadap penundaan pengapian dan durasi pembakaran mencapai puncaknya pada 20º CA-BTDC–22º CA-BTDC, dan peningkatan pada kedua periode tersebut lebih signifikan pada PES60.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh sudut pengapian CDI programmable terhadap performa daya dan torsi mesin sepeda motor 110 cc. Dengan demikian hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai pentingnya pengaturan sudut pengapian yang tepat untuk meningkatkan performa mesin sepeda motor. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberi konstribusi bagi pengembangan dan penerapan sistem CDI programmable pada kendaraan bermotor.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sepeda motor dengan mesin silinder tunggal berkapasitas 110 cc. Bahan bakar menggunakan jenis pertalite (RON 90). Mesin juga menggunakan pelumas standar untuk menjaga kestabilan selama pengujian.

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.1741
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

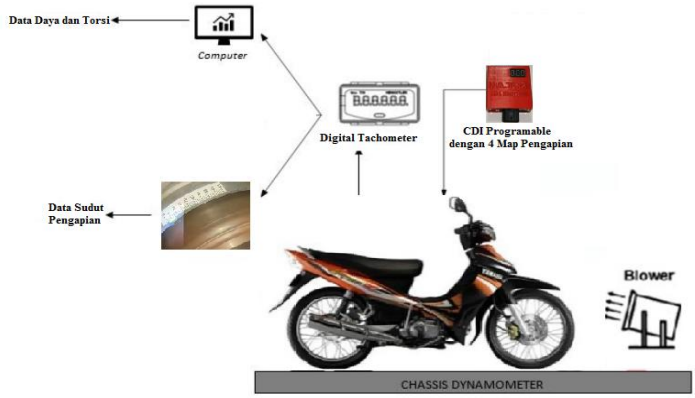
2.2. Alat yang digunakan

Daftar alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Chasis dynamometer yang sudah terkalibrasi standar ISO 1585
b. CDI programmable
c. Digital tachometer
d. Timing light
e. Busur derajat dan
f. Blower

2.3. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan topik pengaruh sudut pengapian menggunakan CDI programmable 4 map pengapian terhadap performa mesin, dengan menggunakan bahan bakar pertalite (RON 90). Objek penelitian adalah sepeda motor dengan mesin silinder tunggal dengan kapasitas 110 cc. Instrumen penelitian terdiri dari alat uji dan alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan data performa mesin, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Proses pengujian dilakukan dengan variasi sudut pengapian pada setiap map CDI programmable, untuk mengetahui perubahan performa mesin, seperti daya dan torsi. Langkah pertama dilakukan dengan memastikan semua komponen mesin dalam kondisi standar dan layak pakai. Selanjutnya pemasangan CDI programmable dilakukan dengan hati-hati agar tidak mempengaruhi komponen kelistrikan lainnya. Setiap map pengapian pada CDI disetting dengan sudut pengapian berbeda dan diuji secara berurutan. Setelah setiap pengujian selesai, sistem didinginkan terlebih dahulu menggunakan blower untuk memastikan temperatur mesin kembali normal sebelum dilakukan pengujian berikutnya.



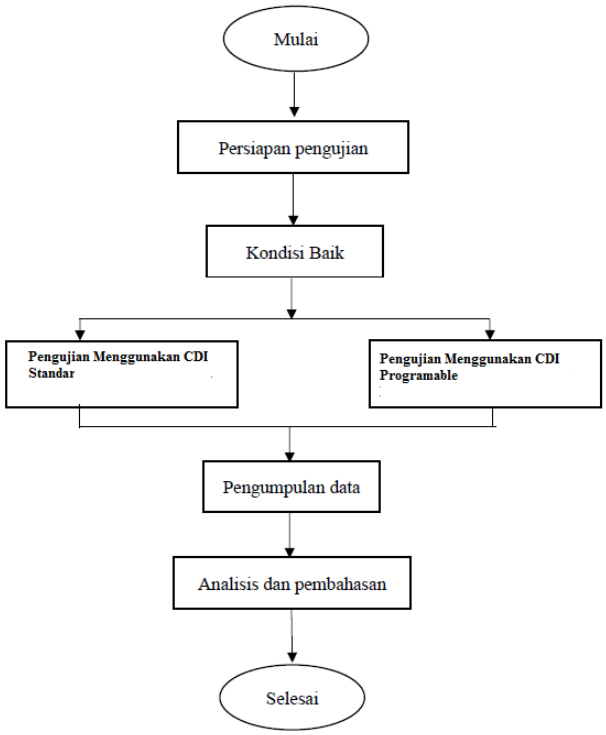
Gambar 1. Skema Instrumen Penelitian

Chasis dynamometer digunakan untuk mengukur torsi dan daya yang dihasilkan dari mesin yang dilakukan pengujian. Digital tachometer berfungsi sebagai alat yang mengukur variasi putaran mesin selama proses pengujian. Timing light dan busur derajat berfungsi sebagai alat yang mengukur variasi sudut pengapian selama proses pengujian. Blower dalam penelitian ini digunakan sebagai pendingin mesin sepeda motor selama proses pengujian, karena selama proses pengujian sepeda motor dalam keadaan berhenti dan mesin berputar bervariasi mulai putaran rendah hingga putaran tinggi.

Dalam pengujian performa mesin, dilakukan untuk memperoleh data daya dan torsi kendaraan yang mana pada saat mesin menyala mesin akan berputar stasioner. Selanjutnya tachometer yang terpasang pada kabel busi akan menunjukkan besar putaran mesin. Selanjutnya juga menempelkan roda belakang pada putaran chassis dynamometer untuk memulai pengujian performa mesin. Tahap lainnya adalah memasang blower yang berfungsi sebagai pendingin mesin. Data yang diambil adalah mengetahui data torsi pada setiap kelipatan 500 dari putaran stasioner 3000-10000 rpm. Membuat grafik sudut pengapian setiap kelipatan 1000 rpm dari putaran stasioner 1500-10000 rpm.

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.1741
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Data hasil pengujian performa dianalisis secara langsung dan disimpulkan. Data daya, torsi, dan sudut pengapian disajikan dalam bentuk grafik dan tabel agar lebih mudah dipahami. Diagram alir pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengukuran Sudut Pengapian

Pengukuran sudut pengapian menggunakan timing light dan busur derajat yang bertujuan untuk mengetahui kurva pengapian sepeda motor 110 cc secara akurat pada CDI standar dan CDI programmable. Data hasil pengukuran digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem pengapian dalam menyesuaikan waktu penyalaan campuran udara dan bahan bakar terhadap putaran mesin (RPM). Hubungan antara sudut pengapian dan putaran mesin disajikan dalam bentuk tabel seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil pengukuran memperlihatkan bahwa secara umum pada putaran mesin rendah, sudut pengapian kecil atau mendekati titik mati atas, sedangkan pada putaran tinggi, sudut pengapian dibuat lebih besar atau maju dari titik mati atas, hal ini dilakukan untuk mengkompensasi waktu pembakaran yang singkat agar tekanan maksimum dapat dicapai tepat saat piston berada di TMA, sehingga menghasilkan daya yang lebih besar dan efisien. Sudut pengapian dengan CDI programmable dapat diatur sesuai kebutuhan mesin. Berbeda dengan CDI standar yang tidak fleksibel dan memiliki kurva yang tetap.

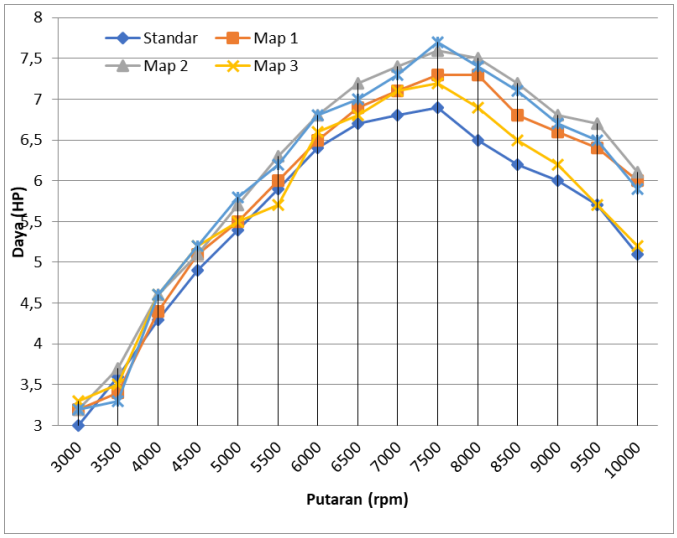
Tabel 1. Hasil Pengukuran Sudut Pengapian

RPM	CDI Standar	CDI Programmable			
		Map 1	Map 2	Map 3	Map 4
1500	11°	13°	13°	13°	13°
2000	11°	13°	13°	13°	13°
3000	23°	24°	20°	23°	13°
4000	32°	32°	25°	25°	27°
5000	32°	32°	34°	25°	27°
6000 -11000	32°	32°	34°	25°	27°

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.1741
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

3.2. Pengukuran Daya dan Torsi

Data yang diperoleh dari hasil eksperimen meliputi daya, torsi, dan putaran dari mesin sepeda motor yang memiliki kapasitas 110 cc yang diuji dengan menggunakan dynotest tipe chasis. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua jenis sistem pengapian, yaitu CDI standar dan CDI programmable. Hasil pengukuran daya untuk masing-masing CDI ditunjukkan pada Gambar 3, sedangkan hasil pengukuran torsi diperlihatkan pada Gambar 4. Hasil pengujian dynotes atau dinamometer menunjukkan performa mesin kendaraan, terutama dalam hal daya dan torsi yang dihasilkan oleh sistem pengapian.



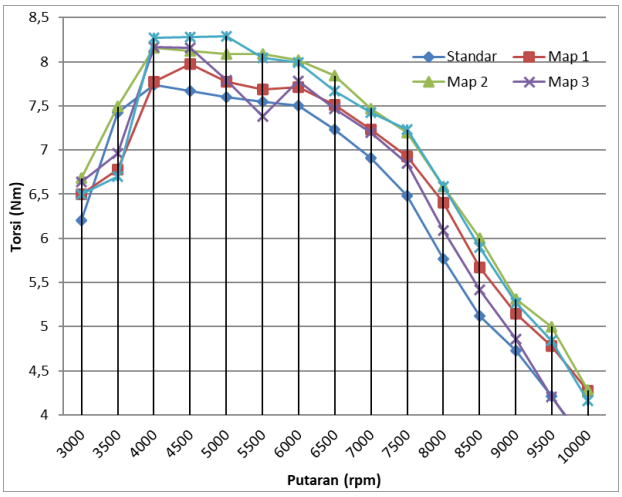
Gambar 3. Grafik daya terhadap putaran dengan menggunakan CDI Standar dan

3.2.1. CDI Programmable

Gambar 3 menunjukkan perbandingan daya output dari beberapa variasi sudut pengapian dengan menggunakan bahan bakar pertalite (RON 90). Data yang ditampilkan merupakan rata-rata dari lima kali pengukuran menggunakan dynotest. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya tertinggi dengan penggunaan CDI standar adalah sebesar 6,9 HP pada putaran mesin 7500 rpm. Perubahan sudut pengapian terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap daya sepeda motor. Perbedaan daya antara CDI standar dan CDI programmable sudah mulai terlihat sejak putaran 3000 rpm. Perbedaan ini semakin jelas pada rentang putaran mesin 3000 rpm hingga 4000 rpm, di mana CDI programmable menunjukkan kinerja yang lebih baik karena adanya penyesuaian sudut pengapian secara dinamis. Daya output tertinggi dicapai pada penggunaan CDI programmable dengan map 4, yaitu sebesar 7,7 HP pada putaran mesin 7500 rpm. Peningkatan daya ini disebabkan karena sudut pengapian yang optimal memungkinkan busi memercikkan api pada waktu yang tepat. Hal ini memastikan campuran udara dan bahan bakar terbakar secara sempurna saat piston mendekati Titik Mati Atas (TMA) dan mulai bergerak ke bawah dalam langkah usaha, sehingga menghasilkan tenaga yang lebih besar. Selain itu, penggunaan CDI programmable memungkinkan penyesuaian kurva pengapian sesuai dengan kebutuhan karakter mesin. Untuk mencapai pembakaran yang efisien, pengapian pada mesin perlu diatur sedemikian rupa sehingga campuran udara dan bahan bakar terbakar sempurna pada waktu yang tepat. Pengaturan waktu pengapian ini bisa dimajukan (lebih awal) atau dimundurkan (lebih lambat) sesuai kebutuhan mesin dan kondisi kendaraan. Hal ini berpengaruh bukan hanya pada peningkatan daya, tetapi juga membuat mesin lebih responsif dan meningkatkan efisiensi bahan bakar. Oleh karena itu, pemakaian CDI programmable sangat direkomendasikan bagi yang ingin mengoptimalkan performa mesin, terutama bagi yang membutuhkan fleksibilitas dalam pengaturan pengapian. Temuan ini sesuai dengan hasil penelitian Warso, dkk (2020) yang menyatakan bahwa mapping ignition timing pada ECU programmable meningkatkan daya mesin hingga 4% dibandingkan ECU standar. Selain itu, Cahyo dan Rizal (2020) juga membuktikan bahwa memajukan waktu pengapian sebesar 2° dari

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.1741
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

standar menghasilkan peningkatan daya maksimum dari 8,6 Hp menjadi 9,3 Hp. Penelitian oleh Siswo, dkk (2024) dan Yogatama, dkk (2025) juga mendukung hasil penelitian ini, di mana memajukan sudut pengapian terbukti meningkatkan daya output secara signifikan melalui pembakaran yang lebih sempurna dan efisien.



Gambar 4. Grafik torsi terhadap putaran dengan menggunakan CDI Standar dan

3.2.2. CDI Programmable

Gambar 4 memperlihatkan perbandingan output torsi dari beberapa variasi sudut pengapian dengan bahan bakar pertalite (RON 90). Hasil yang ditunjukkan merupakan nilai rata-rata dari lima kali pengujian dynotest. Hasil pengujian menunjukkan bahwa torsi tertinggi pada saat menggunakan CDI standar sebesar 7,74 Nm pada putaran mesin 4000 rpm. Perubahan sudut pengapian sangat berpengaruh terhadap torsi sepeda motor, perbedaan torsi antara CDI standar dengan CDI programmable sudah terlihat sejak putaran mesin 3000 rpm. Perbedaan torsi terlihat jelas pada putaran mesin 3500 rpm, karena pada CDI programmable terjadi transisi sudut pengapian.

Torsi tertinggi diperoleh dengan menggunakan CDI programmable dengan map 4, yaitu sebesar 8,29 Nm pada putaran mesin 5000 rpm. Hasil torsi tertinggi ini disebabkan oleh sudut pengapian yang tepat karena sudut pengapian yang tepat, pembakaran campuran udara dan bahan bakar bisa menjadi lebih optimal, sehingga menghasilkan peningkatan tekanan ruang bakar yang lebih efektif mendorong piston, yang pada akhirnya menghasilkan torsi yang lebih besar. Selain itu, penggunaan CDI programmable memberikan keleluasaan dalam mengatur waktu pengapian sesuai karakteristik mesin dan kebutuhan performa. Hal ini memungkinkan proses pembakaran berlangsung lebih efisien pada berbagai rentang putaran mesin, sehingga motor dapat menghasilkan torsi yang lebih merata dan responsif. Data ini menunjukkan bahwa pengaturan sudut pengapian yang lebih tepat memberikan kontribusi signifikan terhadap performa kendaraan secara keseluruhan. Dengan demikian, optimalisasi sudut pengapian tidak hanya berdampak pada peningkatan torsi puncak, tetapi juga mampu memperbaiki efisiensi pembakaran dan konsumsi bahan bakar. Ini khususnya untuk kendaraan harian yang membutuhkan efisiensi sekaligus performa merupakan hal yang sangat penting. Hasil penelitian ini selaras dengan hasil penelitian Cahyo dan Rizal (2020) serta Siswo, dkk (2024) yang menyatakan bahwa pemajuan sudut pengapian sebesar 1° sampai 2° dari standar menghasilkan peningkatan torsi yang signifikan. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan temuan Putro, dkk (2023) dan Yogatama, dkk (2025) yang menyatakan bahwa pemilihan sudut pengapian yang tepat dapat meningkatkan torsi dan efisiensi pembakaran, yang sejalan dengan hasil dalam penelitian ini.

4. KESIMPULAN

Sudut pengapian 32° sebelum TMA pada CDI standar menghasilkan daya tertinggi yaitu 6,9 HP pada putaran mesin 7500 rpm. Daya tertinggi pada CDI programmable diperoleh pada sudut

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.1741
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

pengapian 27° sebelum TMA, putaran mesin 7500 rpm dalam posisi map 4 sebesar 7,7 HP. Sudut pengapian yang terlalu maju atau terlalu mundur menyebabkan pembakaran tidak optimal, sehingga menurunkan daya mesin.

Torsi tertinggi pada CDI standar diperoleh pada sudut pengapian 32° sebelum TMA yaitu 7,74 Nm pada putaran mesin 4000 rpm. Pada CDI programmable torsi tertinggi yaitu 8,29 Nm diperoleh pada sudut pengapian 27° sebelum TMA, putaran mesin 5000 rpm dalam posisi map 4. Sudut pengapian menggunakan CDI programmable dapat secara signifikan meningkatkan performa daya dan torsi mesin, khususnya pada putaran mesin menengah dan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Aldhaidhawi, M., Muneer, N., & Abdel, N. A. (2020). Effect of Ignition Timings on the SI Engine Performance and Emissions Fueled with Gasoline, Ethanol and LPG. *Journal of Mechanics of Continua and Mathematical Sciences*, *15*(6), 390-401. https://doi.org/10.26782/jmcms.2020.06.00030

Badan Pusat Statistik. (2023). Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Kendaraan*, 2000–2022*. BPS RI. https://www.bps.go.id/

Bahri, S., A'Rasy, F., Prantasi, H. T., & Iswanto. (2025). Analisis Pengaruh Perbandingan Timing Injeksi Menggunakan Variasi Bahan Bakar Pertamax dan Etanol terhadap Performa Motor Matic 110 cc. *Otopro, 20*(2), 44-50. https://doi.org/10.26740/otopro.v20n2.p44-50

Bosch. (2004). *Automotive Handbook* (6th ed.). Robert Bosch GmbH.

Cahyo, D. B., & M. Rizal, A. F. (2020). Analisa Pengaruh Ignition Timing terhadap Daya dan Torsi Piston Engine SOHC Four Stroke. *Jurnal Penelitian, 5*(2), 29-37. https://doi.org/10.46491/jp.v5i2.494

Fajar, M. N., Kun, S., & Sigit, I. (2022). Studi Eksperimental Penggunaan Capacitor Discharge Ignition (CDI) Rextor Terhadap Performa Motor Bensin 4 Langkah 150 cc. In *SENASTER" Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan"*, *3*(2).

Goyi, H. L. A. U., Sena, M., & Fahmi, F. (2021) Pengaruh Variasi Derajat Pengapian Terhadap Performa Mesin 4 Tak 100 cc. *Journal of Vacational Education and Automotive Technology*, *3*(2), 114-122.

Heywood, J. B. (1988). *Internal Combustion Engine Fundamentals*. McGraw-Hill.

Khadri, M. T., Taufik, W. S., & Danar, S. W. (2024). Pengaruh Sudut Pengapian dan Durasi Injeksi Penggunaan ECU Berbasis Arduino Terhadap Performa Motor 110 cc F1. *Junal SJME KINEMATIKA, 9* (2), 117-128. https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v9i2.317

Kriswinarto, Y. B., IGK Sukadana., & I Wayan, B. A. (2020). Pengaruh Variasi Waktu Pengapian terhadap Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar Mesin Injeksi 1500 cc. *Jurnal Teknik Desain Mekanika, 9*(1), 851-856. https://doi.org/10.24843/TDM.2020.v09.i01.p06

Nurhadi, I., & Sutikno, T. (2020). Analisis Pengaruh Sudut Pengapian Terhadap Kinerja Mesin Bensin 4 Langkah. *Jurnal Teknik Mesin dan Energi*, *9*(1), 45–52.

Prasetyo, A., Hadi, S., & Wicaksono, R. A. (2022). Pengaruh Pemrograman Sudut Pengapian Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor Menggunakan CDI Programmable. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin (SENATEK)*, *5*(1), 112–118.

Priyanto, E., Seno, M., & Fahmy, F. (2021). Pengaruh Tipe Ignition Coil terhadap Torsi dan Daya Motor Bensin pada Variasi Tiga Jenis Bahan Bakar. *Journal of Automotive Technology Vocational Education, 2*(2), 32-42. https://doi.org/10.31316/jatve.v2i2.2065

Pulkrabek, W. W. (2004). *Engineering Fundamentals of The Internal Combustion Engine* (2nd ed.). Pearson Prentice Hall.

Putro, D. H., Trisma, J. S., & Kun, S. (2023). Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Sudut Pengapian terhadap Performa Mesin Motor Honda Tiger 200 cc. *SENASTER: Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan, 4*(2), 1-6.

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.1741
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Razi, M., Eko, S., & Widya, W. (2019). Pengaruh Derajat Pengapian Terhadap Kinerja Motor Bakar 6 Langkah Berbahan Bakar Etanol. *Jurnal Rekayasa Mesin, 10*(3), 299-308. https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2019.010.03.10

Saputro, A. A., Riska, N. F., & Aprilia, D. A. (2023). Analisa Pengaruh Variasi Sudut Pengapian 9°, 11°, 12° Terhadap Performa Motor Honda Tipe GL 200. *INVENTOR: Jurnal Sains dan Teknologi*, *4*(1), 52-59.

Setiawan, F., & Erman. (2023). Pengaruh Konsumsi Bahan Bakar Premium dengan Metode Variasi Sudut Pengapian pada Motor Toyota Seri 4K untuk Praktikum Mahasiswa. *Indonesian Journal of Laboratory, 6*(2), 93-99. https://doi.org/10.22146/ijl.v1i2.85819

Siswo, A., Joko, S., & Budiyanto. (2024). Pengaruh Memajukan Waktu Pengapian terhadap Performa, Konsumsi Bahan Bakar, dan Emisi Gas Buang. *Journal of Vacational Education and Automotive Technology, 6*(2), 160-167. https://doi.org/10.31331/joveat.v6i2.3629

Sutrisno, D., & Firmansyah, R. (2021). Pengaruh Perubahan Sudut Pengapian Terhadap Performa Mesin Sepeda Motor Honda Tiger 200 cc. *Jurnal Riset Otomotif dan Energi*, *5*(2), 101–109.

Wagino., Nizwardi, J., Refdinal., Iffarial, N., & Jeri, R. F. (2021). The Effect of Changes in Ignition Timing on Power, Torque and Fuel Consumption on the Honda Supra X 125 cc. *Jurnal Pendidikan Tambusai, 5*(3), 9162-9167. https://doi.org/10.31004/jptam.v5i3.2438

Warso., Nugrah, R. P., & Sutarno, M. (2020). Pengaruh Mapping Ignition Timing Engine Control Unit (ECU) Programmable terhadap Torsi dan Daya Motor Bensin 4 Langkah. *Jurnal Permadi: Perancangan, Manufaktur, Material dan Energi, 2*(2), 76-86. https://doi.org/10.52005/permadi.v2i2.37

Widjatmiko, M. B. S., & Listiyono. (2023). Analisis Pengaturan Sudut Pengapian dan Durasi Injeksi Terhadap Torsi Motor Bensin Volume 2000 cm^3. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, *2*(8), 538-546. https://doi.org/10.55904/nautical.v2i8.995

Yogatama, A. M., Taufik, W. S., & Danar, S. W. (2025). Pengaruh Sudut Pengapian Durasi Injeksi ECU Arduino Terhadap Kinerja dan Emisi Gas Motor F1. *Junal SJME KINEMATIKA, 11*(2), 176-186. https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v10i1.729

Zhang, P., Jimin, N., Xiuyong, S., Sheng, Y., & Dezheng, Z. (2021). Effects of Ignition Timing on Combustion Characteristics of a Gasoline Direct Injection Engine with Added Compressed Natural Gas under Partial Load Conditions. *Processes, 1*(5), 1-19. https://doi.org/10.3390/pr9050755

Jurnal Penelitian Inovatif (JUPIN)
Vol. 5, No. 3, Agustus 2025, Hal. 2427-2438
https://jurnal-id.com/index.php/jupin
DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.1741
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Halaman Ini Dikosongkan