

Review Performa Mesin pada Sepeda Motor Dengan Penyesuaian Waktu Pengapian terhadap Penggunaan Bahan Bakar Pertamina Green 95

Andy Rianata, Dan Mugsidi

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA
Alamat: Jalan Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Ps. Rebo, Jakarta Timur
E-mail: andyrianata67@gmail.com

Abstrak

Perkembangan jumlah kendaraan bermotor sangatlah tinggi padasaat ini. Fenomena pada tahun 2025, hampir semua pengendara sepeda motor memiliki masalah pada bahan bakar yang tidak sesuai dengan RON. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa mesin pada sepeda motor dengan penyesuaian waktu pengapian terhadap penggunaan bahan bakar Pertamina Green . Penelitian ini untuk menganalisa penggunaan bahan bakar dengan oktan 95 dan waktu pengapian (ignition timing) terhadap performa mesin pada sepeda motor. Metode penelitian ini menggunakan full open throttle valve dalam pengujian performa mesin dengan mesin dyno, bahan bakar yang digunakan Pertamina Green dengan RON 95, dan pengapian yang bervariasi mulai dari 2,5° sebelum titik mati atas dari waktu standar, 5° sebelum titik mati atas dari waktu standar, 7,5° sebelum titik mati atas dari waktu standar, 10° sebelum titik mati atas dari waktu standar. Hasil yang didapatkan ketika menggunakan bahan bakar Pertamina Green serta mengubah pengapian, dapat mengubah dan menaikkan performa mesin dan meningkatkan efisiensi bahan bakar, untuk pengapian yang sempurna ada di 2,5° sebelum titik mati atas dari waktu standar. Torsi yang didapatkan ketika menggunakan Oktan 95: 15.30 N.m, meningkat 1.83 N.m dari timing standar. Daya yang dihasilkan dari Oktan 95: 8.8 HP, meningkat 0.9 HP dari timing standar. Dan konsumsi yang dihasilkan terendah dengan menggunakan Oktan 95: 0.1340 ml/s.

Kata Kunci: variasi waktu pengapian, performa mesin, Oktan 95

Abstract

The development of the number of motorized vehicles is very high at this time. The phenomenon in 2025, almost all motorcyclists have problems with fuel that does not match the RON. This study aims to analyze engine performance on motorcycles by adjusting the ignition timing to the use of Pertamina Green fuel. This study is to analyze the use of fuel with octane 95 and ignition timing on engine performance on motorcycles. This research method uses a full open throttle valve in testing engine performance with a dyno engine, the fuel used is Pertamina Green with RON 95, and ignition that varies from 2.5° before top dead center from standard time, 5° before top dead center from standard time, 7.5° before top dead center from standard time, 10° before top dead center from standard time. The results obtained when using Pertamina Green fuel and changing the ignition, can change and increase engine performance and increase fuel efficiency, for perfect ignition is at 2.5° before the top dead center of the standard time. The torque obtained when using Octane 95: 15.30 N.m, an increase of 1.83 N.m from the standard timing. The power generated from Octane 95: 8.8 HP, an increase of 0.9 HP from the standard timing. And the lowest consumption produced by using Octane 95: 0.1340 ml/s

Keywords: Engine performance, Ignition timing, Pertamina green

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun belakangan ini, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia meningkat secara signifikan. Sepeda motor, sebagai jenis transportasi yang paling banyak digunakan, telah menguasai jalan-jalan di banyak kota besar dan daerah pedesaan. Pertumbuhan ini tidak hanya menunjukkan

peningkatan mobilitas masyarakat, tetapi juga menimbulkan berbagai masalah baru, terutama terkait efisiensi energi dan dampak lingkungan.

Menurut Badan Pusat Statistik jumlah kendaraan bermotor di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2022, lebih dari 150 juta unit kendaraan bermotor tercatat, dengan sepeda motor

mendominasi lebih dari 80% dari total kendaraan tersebut. Data ini membuktikan tingginya ketergantungan masyarakat terhadap kendaraan pribadi, terutama sepeda motor.

Salah satu masalah signifikan yang dihadapi pemilik sepeda motor saat ini adalah ketidaksesuaian antara spesifikasi mesin dan jenis bahan bakar yang digunakan. Masalah ini semakin nyata pada tahun 2025, ketika hampir semua pengendara sepeda motor merasakan dampak negatif pada kinerja kendaraan mereka akibat penggunaan bahan bakar yang tidak sesuai dengan nilai Research Octane Number (RON) yang dianjurkan. Penggunaan bahan bakar dengan RON yang tidak sesuai dapat mengakibatkan pembakaran yang tidak efisien, knocking, kehilangan tenaga mesin, serta peningkatan emisi gas buang.

Berbagai modifikasi teknis dapat dilakukan untuk meningkatkan performa mesin sepeda motor. Salah satunya adalah penggantian sistem pengapian standar dengan CDI (Capacitor Discharge Ignition) programmable serta penggunaan bahan bakar beroktan lebih tinggi Pertamina Green (RON 95) diperkenalkan sebagai pilihan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan, dengan tingkat oktan yang lebih tinggi dan emisi yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar biasa. Namun, ketika Pertamina Green digunakan pada sepeda motor

yang dirancang untuk bahan bakar dengan RON lebih rendah, hasil yang diperoleh sering kali tidak maksimal jika tidak ada penyesuaian pada sistem pembakaran, khususnya waktu pengapian[1].

Waktu pengapian memegang peranan penting dalam menentukan efisiensi dan kinerja mesin. Pengaturan waktu pengapian yang tidak tepat dapat menyebabkan pembakaran terjadi terlalu cepat atau terlalu lambat, sehingga mengurangi efisiensi termal mesin dan mempercepat kerusakan komponen. Oleh karena itu, penyesuaian waktu pengapian merupakan langkah penting untuk memaksimalkan penggunaan Pertamina Green pada sepeda motor. telah melakukan penelitian tentang pengaruh pemajuan waktu pengapian terhadap performa, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki dampak penyesuaian waktu pengapian terhadap kinerja mesin sepeda motor yang menggunakan Pertamina Green. Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah sepeda motor Yamaha Mio 113 cc dengan sistem pengapian standar dalam rentang 8–15° sebelum Titik Mati Atas (TMA). penelitian

tentang pengaruh waktu pengapian terhadap kinerja dan emisi mesin bensin (SI) yang menggunakan bahan bakar bensin, etanol, dan LPG. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya efektif dan torsi efektif optimal dicapai pada sudut poros engkol yang lebih maju sebelum Titik Mati Atas [2].

Penelitian ini dilakukan melalui metode eksperimen dan observasi, menggunakan alat ukur dan pengujian mesin seperti tes dyno, sensor suhu, RPM meter, dan pengukur aliran bahan bakar. telah melakukan penelitian tentang pengaruh tipe ignition coil terhadap torsi dan daya motor bensin pada variasi tiga jenis bahan bakar. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik pada motor Jupiter MX 135cc.

Data yang dikumpulkan akan dianalisis secara statistik deskriptif dan komparatif untuk mengamati perubahan kinerja mesin pada setiap variasi waktu pengapian. Penelitian ini diharapkan dapat menemukan konfigurasi waktu

pengapian yang paling efektif untuk meningkatkan kinerja mesin dan efisiensi bahan bakar, serta mengurangi emisi gas buang. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengguna kendaraan dan industri otomotif dalam memaksimalkan potensi bahan bakar beroktan tinggi yang lebih ramah lingkungan[3].

2. SISTEM PENGAPIAN MOTOR BENGIN

Sistem pengapian merupakan salah satu komponen vital dalam motor bensin yang berfungsi untuk menghasilkan percikan api pada busi guna membakar campuran udara dan bahan bakar di ruang bakar [4]. Sistem pengapian yang baik akan menghasilkan pembakaran yang sempurna, sehingga meningkatkan efisiensi mesin dan mengurangi emisi gas buang. Sistem pengapian terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu: sumber listrik (baterai atau generator), koil pengapian, distributor atau CDI (Capacitor Discharge Ignition), kabel tegangan tinggi, dan busi. Pada sepeda motor modern, sistem CDI telah menggantikan sistem konvensional karena kemampuannya menghasilkan percikan yang lebih kuat dan stabil.

2.1 Waktu Pengapian (Ignition Timing)

Waktu pengapian adalah saat terjadinya percikan api pada busi yang diukur dalam derajat sudut engkol sebelum piston mencapai titik mati atas (TMA) pada langkah kompresi[5]. Waktu pengapian yang tepat

sangat penting untuk mengoptimalkan performa mesin, karena proses pembakaran memerlukan waktu tertentu untuk berlangsung secara sempurna

Pengapian yang terlalu dini (advance) dapat menyebabkan knocking atau detonasi, sedangkan pengapian yang terlalu lambat (retard) akan mengakibatkan hilangnya tenaga dan peningkatan suhu gas buang. Oleh karena itu, penyesuaian waktu pengapian harus dilakukan dengan cermat sesuai dengan karakteristik mesin dan jenis bahan bakar

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Heywood, waktu pengapian optimal bervariasi tergantung pada beberapa faktor, antara lain:

- Putaran mesin (RPM)
- Beban mesin
- Rasio kompresi
- Angka oktan bahan bakar
- Suhu mesin dan udara masuk

2.2 Bahan Bakar dan Angka Oktan

Angka oktan merupakan ukuran kemampuan bahan bakar untuk menahan detonasi atau knocking pada mesin bensin. Semakin tinggi angka oktan, semakin besar ketahanan bahan bakar terhadap pembakaran prematur yang tidak terkontrol [6].

Di Indonesia, PT Pertamina (Persero) menyediakan berbagai jenis bahan bakar dengan angka oktan yang berbeda-beda:

- Pertalite (RON 90)
- Pertamax (RON 92)
- Pertamax Turbo (RON 98)
- Pertamax Green 95 (RON 95)

Pertamax Green 95 merupakan bahan bakar terbaru yang mengandung bioetanol 5% dengan RON 95. Penggunaan bioetanol dapat meningkatkan nilai oktan dan mengurangi emisi karbon monoksida (CO) serta hidrokarbon (HC) [7].

2.3 Performa Mesin

Performa mesin dapat diukur melalui beberapa parameter utama, yaitu:

1. Torsi

Torsi adalah gaya putar yang dihasilkan oleh mesin, yang dinyatakan dalam satuan Newton-meter

(N.m). Torsi menunjukkan kemampuan mesin untuk melakukan kerja dan sangat berpengaruh pada akselerasi kendaraan. Torsi dapat dihitung dengan persamaan [8].

2. Daya

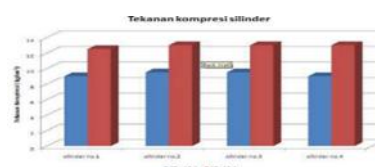
Daya adalah kemampuan mesin untuk melakukan kerja dalam satuan waktu, yang dinyatakan dalam satuan Horse Power (HP) atau kilowatt (kW) [9].

3. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik (Specific Fuel Consumption/SFC) adalah jumlah bahan bakar yang dikonsumsi untuk menghasilkan daya tertentu dalam waktu tertentu. SFC merupakan indikator efisiensi mesin dalam mengkonversi energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik [10].

2.4 Detonasi dan Knocking

Detonasi atau knocking adalah pembakaran abnormal yang terjadi ketika sebagian campuran udara-bahan bakar terbakar secara spontan sebelum api dari busi mencapainya. Fenomena ini menghasilkan gelombang tekanan yang merambat dengan kecepatan tinggi dan menimbulkan suara ketukan pada mesin



Gambar 1 Tekanan kompresi silinder [11].

Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya detonasi meliputi:

1. Angka oktan bahan bakar yang rendah
2. Rasio kompresi mesin yang tinggi
3. Waktu pengapian yang terlalu dini
4. Suhu ruang bakar yang terlalu tinggi
5. Penumpukan deposit karbon di ruang bakar

Detonasi yang berkelanjutan dapat menyebabkan kerusakan serius pada komponen mesin, seperti piston, ring piston, gasket kepala silinder, dan bantalan connecting rod.

2.5 Pengujian Performa Mesin dengan Dynamometer

Dynamometer atau dyno adalah alat yang digunakan untuk mengukur torsi dan daya mesin secara akurat. Terdapat dua jenis utama dynamometer

1. Engine dynamometer: mengukur output langsung dari mesin

2. Chassis dynamometer: mengukur output daya di roda

Pengujian dengan dynamometer memberikan data yang objektif dan terukur mengenai performa mesin pada berbagai kondisi operasi. Data yang diperoleh meliputi torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan putaran mesin (RPM).

2.6 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk menganalisis pengaruh waktu pengapian terhadap performa mesin:

Aldhaidhawi et al. melakukan penelitian tentang pengaruh waktu pengapian terhadap kinerja dan emisi mesin bensin menggunakan bahan bakar bensin, etanol, dan LPG. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya efektif dan torsi efektif optimal dicapai pada sudut poros engkol yang lebih maju sebelum titik mati atas [12].

Priyanto et al. pengaruh tipe ignition coil terhadap torsi dan daya motor bensin pada variasi tiga jenis bahan bakar. Penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan daya, torsi, dan konsumsi bahan bakar spesifik pada motor Jupiter MX 135cc dengan penggunaan koil pengapian yang berbeda.

Siswo et al. melakukan penelitian tentang pengaruh memajukan waktu pengapian terhadap performa, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyesuaian waktu pengapian dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi emisi.

3. PROSES PENGEMBANGAN

Pengetahuan tujuan dari penelitian ini adalah agar kita mengetahui tentang pemahamandan penentuan sudut pengapian yang paling optimal untuk mesin, tujuan penelitian ini sangat penting jika tidak di lakukan maka akan berpengaruh pada tenaga mesin, bahan baka dan emisi gas buangdan yang seperti kita tau sistem karburator masih bersifat mekanis atau konvensional [13].

3.1 Pengumpulan Data

Data diperoleh dari sejumlah sumber yang berkaitan tentang penelitian yang mencakup prosiding konferens, buku referensi, jurnal internasional dan dokumen teknis dari sektor industri. Kriteria dalam pemilihan sumber mencakup

kesesuaian dengan tema, keandalan sumber, dan aktualitas informasi.

3.2 Analisis Literatur

Literatur yang telah di analisis secara sistematis untuk mengidentifikasi inovasi, pengaruh waktu pengapian terhadap kinerja dan modifikasi untuk peningkatan performa.

Di fokuskan pada aspek aspek teknis seperti analisis teknis tipe CDI, waktu pengapian (ignition timing), energi pengapian dan masalah teknis dan keterbatasan.

3.3 Sintesis Informasi

Informasi dari berbagai sumber di gabung untuk menghasilkan pemahaman yang lengkap tentang hal tersebut, CDI dalam sistem pengapian pada motor. Rekomendasi yang dapat di aplikasikan secara praktis.

3.4 Validasi Temuan

Sistem pengapian motor motor yang berbasis karburator, CDI sistem tertutup dimana sinyal waktu dari pulser yang menentukan kapan energi yang di simpan di CDI untuk di olah koil yang akan menghasilkan energi tegangan. Validasi bertujuan untuk memastikan bahwa rekomendasi yang di berikan relevan dan dapat diimplementasikan dalam kondisi industri yang nyata.

4. HASIL PENGUJIAN PERFORMA MESIN

Penelitian ini dilakukan pada sepeda motor Yamaha Mio 113 cc dengan menggunakan bahan bakar Pertamina Green 95 (RON 95) dan variasi waktu pengapian. Pengujian dilakukan menggunakan dynamometer dengan metode full open throttle valve pada berbagai putaran mesin. Variasi waktu pengapian yang diuji adalah 2,5°, 5°, 7,5°, dan 10° sebelum titik mati atas (TMA) dari waktu standar.

1. Torsi Mesin

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penyesuaian waktu pengapian memiliki pengaruh signifikan terhadap torsi yang dihasilkan mesin.

Torsi tertinggi diperoleh pada penyesuaian waktu pengapian 2,5° sebelum TMA dari waktu standar, yaitu sebesar 15,30

N.m. Nilai ini mengalami peningkatan sebesar 1,83

N.m atau sekitar 13,6% dibandingkan dengan pengaturan waktu pengapian standar (13,47 N.m).

Peningkatan torsi ini terjadi karena waktu pengapian yang lebih maju memungkinkan campuran bahan bakar-udara memiliki waktu yang lebih optimal untuk terbakar sempurna sebelum piston mencapai TMA. Penelitian oleh Zareei dan Kakaee menunjukkan bahwa torsi meningkat seiring dengan peningkatan waktu pengapian hingga mencapai titik optimal, kemudian menurun jika pengapian terlalu dimajukan. Hal ini disebabkan oleh peningkatan tekanan di langkah kompresi yang menghasilkan kerja bersih yang lebih besar.

Namun, pada variasi waktu pengapian yang lebih ekstrem (5° , $7,5^\circ$, dan 10° sebelum TMA), terjadi penurunan torsi secara bertahap. Fenomena ini konsisten dengan temuan Kakaee et al. yang menyatakan bahwa pengapian yang terlalu dini menyebabkan sebagian besar pembakaran terjadi saat piston masih bergerak naik, sehingga kerja yang diperlukan untuk mengkompresi gas yang terbakar tersebut mengurangi kerja bersih yang dihasilkan [14].

2. Daya Mesin

Daya tertinggi dicapai pada pengaturan waktu pengapian $2,5^\circ$ sebelum TMA dari waktu standar, yaitu sebesar 8,8 HP. Nilai ini meningkat 0,9 HP atau sekitar 11,4% dibandingkan dengan pengaturan standar (7,9 HP). Peningkatan daya ini merupakan konsekuensi langsung dari peningkatan torsi yang telah dijelaskan sebelumnya [3].

Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ikhwan et al. pada sepeda motor Honda Beat FI, yang menunjukkan bahwa perubahan waktu pengapian maju 2° menghasilkan peningkatan daya terbesar dari 5,56 kW menjadi 5,58 kW (peningkatan 0,75%). Meskipun persentase peningkatan dalam penelitian ini lebih besar, hal ini dapat dijelaskan oleh perbedaan karakteristik mesin dan penggunaan bahan bakar dengan RON yang lebih tinggi.

Penggunaan bahan bakar Pertamina Green 95 dengan angka oktan yang lebih tinggi memungkinkan mesin untuk beroperasi dengan waktu pengapian yang lebih maju tanpa mengalami detonasi atau knocking. Angka oktan yang lebih tinggi memberikan ketahanan yang lebih baik terhadap pembakaran prematur yang tidak terkontrol. Oleh karena itu, kombinasi bahan bakar RON 95 dengan penyesuaian waktu pengapian yang tepat dapat memaksimalkan potensi performa mesin [15].

4.1 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik terendah diperoleh pada pengaturan waktu pengapian $2,5^\circ$ sebelum TMA, yaitu 0,1340 ml/s. Nilai ini menunjukkan efisiensi pembakaran yang lebih baik dibandingkan dengan pengaturan standar dan variasi waktu pengapian lainnya [16]. Efisiensi yang lebih tinggi ini terjadi karena pembakaran yang lebih sempurna pada waktu pengapian yang optimal. Ketika waktu pengapian diatur dengan tepat, tekanan puncak pembakaran terjadi pada posisi yang ideal setelah TMA, yaitu antara 5° hingga 15° setelah TMA. Pada kondisi ini, ekspansi gas pembakaran dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk menghasilkan kerja mekanik, sehingga mengurangi pemborosan energi dan konsumsi bahan bakar.

Penelitian oleh Jalinus et al. pada mesin Honda Supra X 125 CC menunjukkan pola yang serupa, di mana konsumsi bahan bakar terendah diperoleh pada pengaturan waktu pengapian tertentu. Hal ini mengkonfirmasi bahwa terdapat hubungan yang kuat antara waktu pengapian, efisiensi termal, dan konsumsi bahan bakar.

4.2 Analisis Pengaruh Waktu Pengapian

1. Waktu Pengapian Optimal

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pengapian optimal untuk sepeda motor Yamaha Mio 113 cc dengan bahan bakar Pertamina Green 95 adalah $2,5^\circ$ sebelum TMA dari waktu standar. Pada pengaturan ini, mesin menghasilkan kombinasi terbaik antara torsi, daya, dan efisiensi bahan bakar [17].

Penentuan waktu pengapian optimal sangat penting karena mempengaruhi seluruh proses pembakaran. Zareei dan Kakaee menjelaskan bahwa waktu pengapian yang optimal memungkinkan sebagian besar pembakaran terjadi di sekitar TMA, sehingga performa mesin dapat dimaksimalkan. Jika pengapian terjadi terlalu dini, piston harus melawan tekanan gas yang terbakar saat masih bergerak naik, yang mengurangi efisiensi. Sebaliknya, jika pengapian terlalu lambat, sebagian besar pembakaran terjadi saat piston sudah bergerak turun, sehingga tidak semua energi dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan kerja.

2. Pengaruh RON Bahan Bakar

Penggunaan Pertamina Green 95 dengan RON 95 memberikan keuntungan signifikan dalam hal performa dan efisiensi mesin. Bahan bakar dengan angka oktan lebih tinggi memiliki ketahanan yang

lebih baik terhadap detonasi, sehingga memungkinkan penggunaan waktu pengapian yang lebih maju [18].

Pertamax Green 95 mengandung 5% bioetanol yang diperoleh dari molase tebu. Bioetanol memiliki RON yang sangat tinggi (sekitar 108-110), sehingga pencampurannya dengan bensin meningkatkan angka oktan keseluruhan. Selain itu, bioetanol juga mengandung oksigen dalam molekulnya, yang membantu pembakaran menjadi lebih sempurna dan mengurangi emisi gas buang seperti karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC).

Namun, penting untuk dicatat bahwa penggunaan bahan bakar dengan RON lebih tinggi tidak secara otomatis meningkatkan performa jika tidak disertai dengan penyesuaian waktu pengapian. Beberapa studi menunjukkan bahwa tanpa penyesuaian ECU atau waktu pengapian, penggunaan bahan bakar RON 98 pada mesin yang dirancang untuk RON 95 tidak memberikan peningkatan performa yang signifikan [19].

3. Mekanisme Pembakaran

Proses pembakaran dalam mesin bensin bukan merupakan ledakan instan, melainkan perambatan api progresif dari titik pengapian ke seluruh ruang bakar. Waktu yang diperlukan untuk perambatan api ini relatif konstan, namun waktu yang tersedia untuk proses ini berkurang seiring dengan meningkatnya putaran mesin [20].

Pada putaran rendah, kecepatan piston relatif lambat, sehingga terdapat cukup waktu untuk pembakaran bahkan dengan waktu pengapian yang lebih lambat. Namun, pada putaran tinggi, kecepatan piston meningkat drastis, sehingga diperlukan waktu pengapian yang lebih maju untuk memberikan waktu yang cukup bagi perambatan api untuk menyelesaikan proses pembakaran sebelum piston bergerak terlalu jauh melewati TMA.

Dalam penelitian ini, dengan menggunakan metode full open throttle valve, mesin dioperasikan pada berbagai putaran dari rendah hingga tinggi. Hasil menunjukkan bahwa waktu pengapian $2,5^\circ$ sebelum TMA dari standar memberikan keseimbangan terbaik untuk seluruh rentang putaran mesin yang diuji.

4.3 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

1. Perbandingan Peningkatan Torsi

Peningkatan torsi sebesar 13,6% yang diperoleh dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa penelitian terdahulu. Ikhwan et al. melaporkan peningkatan torsi sebesar 0,97% dengan perubahan waktu pengapian mundur 2° pada Honda Beat FI. Perbedaan hasil ini dapat dijelaskan oleh beberapa faktor:

-Jenis modifikasi: Penelitian ini menggunakan waktu pengapian maju, sedangkan Ikhwan et al. menggunakan waktu pengapian mundur untuk optimasi torsi.

-Karakteristik mesin: Yamaha Mio 113 cc memiliki desain mesin yang berbeda dengan Honda Beat FI, termasuk rasio kompresi, bentuk ruang bakar, dan sistem intake- exhaust.

-Jenis bahan bakar: Penggunaan Pertamax Green 95 dengan RON lebih tinggi memungkinkan pemanfaatan waktu pengapian yang lebih optimal.

2. Perbandingan Peningkatan Daya

Peningkatan daya sebesar 11,4% dalam penelitian ini konsisten dengan temuan Jalinus et al. yang melaporkan peningkatan daya sekitar 2-3% pada berbagai variasi waktu pengapian. Perbedaan persentase peningkatan dapat dikaitkan dengan titik awal pengaturan mesin dan rentang variasi yang diuji [21].

Penelitian oleh Zareei dan Kakaee. menunjukkan bahwa daya optimal dicapai pada waktu pengapian 31° BTDC pada putaran 3400 rpm. Meskipun nilai absolut berbeda karena perbedaan spesifikasi mesin, prinsip dasarnya sama: terdapat waktu pengapian optimal yang memaksimalkan daya output.

3. Konsumsi Bahan Bakar

Penurunan konsumsi bahan bakar yang diperoleh dalam penelitian ini sejalan dengan temuan beberapa peneliti lain. Konsumsi bahan bakar spesifik terendah pada pengaturan optimal menunjukkan bahwa efisiensi termal mesin meningkat dengan penyesuaian waktu pengapian yang tepat.

Jalinus et al. melaporkan bahwa konsumsi bahan bakar terendah diperoleh pada waktu pengapian 16° BTDC untuk mesin Honda Supra X 125 CC menggunakan Pertamax 92. Dalam penelitian ini, dengan Pertamax Green 95 yang memiliki RON lebih tinggi, konsumsi bahan bakar yang lebih rendah dapat dicapai karena pembakaran yang lebih sempurna.

4.4 Implikasi Praktis

1. Aplikasi untuk Pengguna Sepeda Motor

Hasil penelitian ini memiliki implikasi praktis yang signifikan bagi pemilik sepeda motor. Dengan melakukan penyesuaian waktu pengapian yang tepat, pengguna dapat:

Peningkatan torsi dan daya Meningkatkan performa mesin: sebesar 13,6% dan 11,4% masing-masing memberikan akselerasi yang lebih baik dan kecepatan maksimal yang lebih tinggi.

Meningkatkan efisiensi bahan bakar: Konsumsi bahan bakar yang lebih rendah berarti jarak tempuh per liter yang lebih jauh, yang pada akhirnya mengurangi biaya operasional kendaraan.

Mengurangi emisi gas buang: Pembakaran yang lebih sempurna menghasilkan emisi CO dan HC yang lebih rendah, berkontribusi pada lingkungan yang lebih bersih

2.Rekomendasi Penggunaan Bahan Bakar

Pertamax Green 95 terbukti cocok untuk sepeda motor dengan modifikasi waktu pengapian yang tepat. Bahan bakar ini memiliki beberapa keunggulan:

RON tinggi: Memberikan ketahanan terhadap knocking dan memungkinkan penggunaan waktu pengapian yang lebih optimal.

Ramah lingkungan: Kandungan bioetanol 5% mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan menurunkan emisi gas buang.

Pembakaran lebih bersih: Oksigen dalam bioetanol membantu pembakaran menjadi lebih sempurna [22].

Namun, penting untuk dicatat bahwa penggunaan Pertamax Green 95 harus diimbangi dengan penyesuaian sistem pengapian. Tanpa penyesuaian yang tepat, keuntungan dari RON yang lebih tinggi tidak dapat sepenuhnya dimanfaatkan.

3.Pertimbangan untuk Modifikasi

Untuk pemilik sepeda motor yang ingin melakukan modifikasi serupa, beberapa hal perlu diperhatikan:

Penggunaan CDI programmable: CDI programmable memungkinkan penyesuaian waktu pengapian dengan lebih fleksibel dan presisi dibandingkan dengan sistem pengapian standar.

Pengujian bertahap: Penyesuaian waktu pengapian harus dilakukan secara bertahap dan diuji pada berbagai kondisi operasi untuk memastikan tidak terjadi knocking atau detonasi.

Monitoring suhu mesin: Waktu pengapian yang terlalu maju dapat menyebabkan

peningkatan suhu mesin yang berlebihan, sehingga monitoring suhu sangat penting.

Kualitas bahan bakar: Konsistensi dalam menggunakan bahan bakar berkualitas tinggi seperti Pertamax Green 95 diperlukan untuk mempertahankan performa yang optimal.

4.5 Keterbatasan Penelitian

Meskipun penelitian ini memberikan hasil yang signifikan, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diakui:

1. Variasi terbatas: Penelitian hanya menguji empat variasi waktu pengapian. Penelitian lanjutan dengan variasi yang lebih halus mungkin dapat menemukan pengaturan yang lebih optimal.

2. Kondisi pengujian: Pengujian dilakukan dengan metode full open throttle valve, yang tidak sepenuhnya mewakili kondisi penggunaan sehari-hari dengan berbagai beban dan throttle opening.

3. Emisi gas buang: Meskipun pembakaran yang lebih baik diharapkan mengurangi emisi, penelitian ini tidak melakukan pengukuran emisi secara detail.

4. Durabilitas mesin: Dampak jangka panjang dari modifikasi waktu pengapian terhadap keawetan komponen mesin tidak dievaluasi dalam penelitian ini[23].

4.6 Rekomendasi untuk Penelitian Lanjutan

Berdasarkan hasil dan keterbatasan penelitian ini, beberapa rekomendasi untuk penelitian lanjutan adalah:

1. Pengukuran emisi gas buang: Penelitian selanjutnya sebaiknya mengukur emisi CO, HC, CO₂, dan NO_x untuk mengevaluasi dampak lingkungan secara komprehensif.

2. Variasi beban: Pengujian pada berbagai kondisi beban dan throttle opening akan memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang performa mesin dalam kondisi operasi sehari-hari.

3. Uji durabilitas: Studi jangka panjang diperlukan untuk mengevaluasi dampak modifikasi terhadap keawetan komponen mesin seperti piston, ring, dan katup.

4. Variasi jenis mesin: Penelitian serupa pada berbagai jenis dan kapasitas mesin akan membantu mengembangkan pedoman yang lebih universal [24].

5. Analisis ekonomi: Evaluasi cost-benefit analysis yang mempertimbangkan biaya modifikasi, penghematan bahan bakar, dan biaya perawatan akan memberikan perspektif ekonomi yang lebih jelas.

Optimasi multi-parameter: Penelitian yang mengkombinasikan penyesuaian waktu pengapian dengan parameter lain seperti injection timing dan air-fuel ratio dapat memberikan hasil optimasi yang lebih komprehensif [25].

5. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan pada sepeda motor Yamaha Mio 113 cc menggunakan bahan bakar Pertamina Green 95, dapat ditarik beberapa kesimpulan penting yang bermanfaat bagi para pengendara sepeda motor. Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa penyesuaian waktu pengapian memiliki peran yang sangat signifikan dalam mengoptimalkan kinerja mesin sepeda motor. Pengaturan waktu pengapian pada $2,5^\circ$ sebelum titik mati atas dari waktu standar terbukti memberikan hasil terbaik, dengan peningkatan torsi mencapai 15,30 N.m (naik 1,83 N.m atau 13,6%) dan daya sebesar 8,8 HP (naik 0,9 HP atau 11,4%) dibandingkan pengaturan standar. Yang lebih menggembirakan, konsumsi bahan bakar juga menjadi lebih efisien pada 0,1340 ml/s. Dengan melakukan penyesuaian yang tepat pada sistem pengapian dan menggunakan bahan bakar berkualitas seperti Pertamina Green 95, Anda tidak hanya mendapatkan performa mesin yang lebih responsif dan bertenaga, tetapi juga menghemat pengeluaran untuk bahan bakar dalam jangka panjang. Motor akan terasa lebih bertenaga saat akselerasi, namun tetap irit dalam konsumsi bahan bakar. Pembakaran yang lebih sempurna menghasilkan emisi gas buang yang lebih rendah, sehingga kita turut berkontribusi mengurangi polusi udara di kota-kota besar yang sudah semakin padat. Semoga penelitian ini dapat menjadi rujukan praktis bagi para pemilik sepeda motor, mekanik, dan industri otomotif dalam mengoptimalkan penggunaan bahan bakar ramah lingkungan. Mari kita lebih bijak dalam merawat kendaraan kita, karena sepeda motor yang terawat dengan baik tidak hanya memberikan kenyamanan berkendara, tetapi juga turut menjaga keberlanjutan lingkungan untuk generasi mendatang. Pada akhirnya, penelitian ini membuktikan bahwa teknologi dan inovasi sederhana dapat memberikan

dampak yang berarti, baik untuk performa kendaraan maupun kelestarian lingkungan kita bersama.

KEPUSTAKAAN

- [1] Z. Ling *et al.*, "Impact of octane numbers on combustion performance and driving cycle fuel consumption of turbocharged direct-injection spark-ignition engine," *Fuel*, vol. 374, no. June, p. 132287, 2024, doi: 10.1016/j.fuel.2024.132287.
- [2] M. B. S. Widjatmiko and L. Listiyono, "Analisis pengaturan sudut pengapian dan durasi injeksi terhadap torsi motor bensin volume 2000 cm³," *Naut. J. Ilm. Multidisiplin Indones.*, vol. 2, no. 8, pp. 538–546, 2023, doi: 10.55904/nautical.v2i8.995.
- [3] M. Mustakim and S. Gunawan, "Pengaruh Sudut Pengapian CDI Programmable terhadap Performa Daya dan Torsi Mesin Sepeda Motor 110 CC," *J. Penelit. Inov.*, vol. 5, no. 3, pp. 2427–2438, 2025, doi: 10.54082/jupin.1741.
- [4] F. Ahmad Irfany, H. Abizar, and A. Setiono, "Analisis Sistem Pengapian Distributor Pada Mobil Konvensional Di Pt. Tunas Mobilindo Perkasa," *Auto Tech J. Pendidik. Tek. Otomotif Univ. Muhammadiyah Purworejo*, vol. 18, no. 2, pp. 66–71, 2023, doi: 10.37729/autotech.v18i02.4181.
- [5] M. Rahmaddaani, E. E. Poerwanto, and W. Irdianto, "Pengaruh Variasi Ignition Timing Menggunakan Ecu Programmable Terhadap Performa Mesin Pada Sepeda Motor 150Cc Sohc Berpendingin Air," *J. Tek. Otomotif Kaji. Keilmuan dan Pengajaran*, vol. 4, no. 2, p. 27, 2022, doi: 10.17977/um074v4i22020p27-32.
- [6] B. Rahmat and M. B. R. Wijaya, "Performa Mesin Silinder Tunggal dengan Variasi Kompresi dan Bahan Bakar," *J. Teknol. dan Manaj.*, vol. 21, no. 2, pp. 85–92, 2023, doi: 10.52330/jtm.v21i2.111.
- [7] S. P. Windoko, M. S. Hakim, B. A. Noer, and L. R. Noer, "Analisis Konjoin Keputusan Pembelian Pertamina Green 95 di Jawa Barat," *J. Locus Penelit. dan Pengabd.*, vol. 4, no. 9, pp. 8642–8650, 2025, doi: 10.58344/locus.v4i9.4279.
- [8] M. D. Rahman, N. A. Wigrha, and G. Widayana, "Pengaruh Ukuran Katup Terhadap Torsi Dan Daya Pada Sepeda Motor Honda Supra Fit," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 5, no. 3, pp. 45–54, 2019, doi: 10.23887/jjtm.v5i3.20283.

- [9] N. H. Sari and N. Nurhasanah, "Pengaruh Daya Motor Bensin Terhadap Kapasitas Produksi Mesin Pemipil Jagung," *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) J.*, vol. 3, no. 2, p. 79, 2019, doi: 10.21070/r.e.m.v3i2.1681.
- [10] J. Jamal, C. Bhuana, and F. Alihar, "Analisis Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Jeneponto," *J. Tek. Mesin Sinergi*, vol. 18, no. 1, pp. 20–28, 2020, doi: 10.31963/sinergi.v18i1.2233.
- [11] A. Kholil, D. R. B. Syaka, and A. E. Widyartono, "Pengaruh Injeksi Air Untuk Mengurangi Gejala Knocking Pada Mesin Toyota 4K Berkompresi Tinggi," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 1, no. 2, pp. 83–87, 2014, doi: 10.21009/jkem.1.2.3.
- [12] R. Sukarno, D. R. Budi Syaka, and A. R. Asier, "Pengaruh Perubahan Ignition Timing Terhadap Kinerja Mesin Sepeda Motor Automatic 115Cc," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 4, no. 1, pp. 45–50, 2017, doi: 10.21009/jkem.4.1.8.
- [13] R. Ikhsan, S. Soeparman, and M. Sasongko, "Studi Kinerja Solar Water Heater Double Plate dengan Aliran Zig-Zag Beralur Balok," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 37–46, 2017, doi: 10.21776/ub.jrm.2017.008.01.6.
- [14] Kurniawan Rahmanto, "Pengaruh Pemakaian CDI Type DC Terhadap Performa Mesin Kendaraan Honda Supra 100cc," *Mars J. Tek. Mesin, Ind. Elektro Dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 01–18, 2024, doi: 10.61132/mars.v2i1.43.
- [15] R. A. N. Wahid, Y. Winardi, and K. Winangun, "Pengaruh Perubahan Ignition Timing terhadap Kinerja Mesin Sepeda Motor Beat FI 110 cc," *AutoMech J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 02, pp. 25–30, 2023, doi: 10.24269/jtm.v3i02.7688.
- [16] S. Mulyono, G. Gunawan, and B. Maryanti, "Pengaruh Penggunaan dan Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar Premium dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 2, no. 1, pp. 28–35, 2014, doi: 10.32487/jtt.v2i1.38.
- [17] D. R. B. Syaka, I. Mahir, and G. Muharrom Muslim, "Perbandingan Variasi Durasi Injeksi Dan Waktu Pengapian Terhadap Performa Daya Mesin Motor 4 Langkah Menggunakan Bahan Bakar Pertamina," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 8, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.21009/jkem.8.1.1.
- [18] B. Rahmat, M. B. R. Wijaya, Y. B. Wirawan, and F. Z. Bahtiar, "Performa motor bakar silinder tunggal dengan variasi angka oktan bahan bakar dan tekanan kompresi," *Din. Tek. Mesin*, vol. 14, no. 1, p. 1, 2024, doi: 10.29303/dtm.v14i1.677.
- [19] Y. Nofendri and M. F. Hidayat, "Perbandingan Campuran Bensin Dan Etanol Terhadap Performa Mesin Dan Emisi Gas Buang Pada Mesin 2 Silinder," *Mechanical*, vol. 10, no. 2, pp. 28–33, 2020, doi: 10.23960/mech.v10i2.1217.
- [20] A. Arwin, A. M. Marali, H. Dwimas, and Y. Z. Yusrina, "Pengaruh Komposisi Campuran Bahan Bakar Etanol Bensin Terhadap Temperatur Dan Lama Nyala Api Pada Pembakaran Droplet," *Sebatik*, vol. 27, no. 1, pp. 287–293, 2023, doi: 10.46984/sebatik.v27i1.2281.
- [21] A. D. Saputro, T. Kaban, R. M. B. Kmurawak, M. R. Sampebua, and I. S. Beno, "Evaluating the Usability and Learning Impact of an Augmented Reality Application for World War II Historical Tourism Sites among Indonesian High School Students," *J. Educ. Technol.*, vol. 9, no. 3, pp. 543–552, 2025, doi: 10.23887/jet.v9i3.101048.
- [22] A. Altrinaldo, R. Abu, and Mukhnizar, "Analisis Tingkat Emisi Gas Buang, Konsumsi Bahan Bakar Dan Kinerja Mesin Sepeda Motor 4 Langkah Menggunakan Bahan Bakar Pertamina Dan Campuran Pertamina Etanol," *Ekasakti Eng. J.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–12, 2024, doi: 99.99999/EJPP.
- [23] J. Zareei and A. H. Kakaee, "Study and the effects of ignition timing on gasoline engine performance and emissions," *Eur. Transp. Res. Rev.*, vol. 5, no. 2, pp. 109–116, 2013, doi: 10.1007/s12544-013-0099-8.
- [24] J. Sriyanto, "Pengaruh tipe busi terhadap emisi gas buang sepeda motor," *Automot. Exp.*, vol. 1, no. 3, pp. 64–69, 2018, doi: 10.31603/ae.v1i03.2362.
- [25] F. Majedi and I. Puspitasari, "Optimasi Daya dan Torsi pada Motor 4 Tak dengan Modifikasi Crankshaft dan Porting pada Cylinder Head," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 5, no. 1, p. 82, 2017, doi: 10.32487/jtt.v5i1.216.