

Analysis of the Comparative Effect of Ignition Timing Using Variations in Pertamax and Ethanol Fuels on Torque, Power and Efficiency in 110cc Automatic Motorcycles

[Analisa Pengaruh Perbandingan Rasio Kompresi dengan Menggunakan Variasi Bahan Bakar Pertamax dan Etanol terhadap Torsi Daya Serta Efisiensi Bahan Bakar di Motor Matic 110 cc]

Muhammad Rizal Fatoni ¹⁾, A'rasy Fahrudin ^{*,2)}

1) Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

2) Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: arasy.fahrudin@umsida.ac.id

Abstract. *This research uses an alternative fuel to replace gasoline, namely methanol. Also to utilize alternative energy to replace petroleum fuel which is increasingly depleting. As well as the influence on the efficiency of using the required fuel. cut the cylinder block 2mm with the aim of making the piston over lap so that the excess overlap can be used to change the shape of the piston from a flat to a dum shape, apart from narrowing the combustion chamber to increase the compression ratio but also changing the geometry of the piston which is adjusted to the movement of the valve on combustion chamber so that it does not collide with the piston when the piston is at tma*

Keywords – *compression ratio; efficiency; engine performance; ethanol; ignition timing*

Abstrak. *penelitian ini menggunakan bahan bakar alternatif pengganti gasoline yaitu metanol. Hasil pengujian merupakan peningkatan teknologi di motor bakar bensin menjadi bahan bakar etanol dan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya. Juga untuk memanfaatkan energi alternatif menggantikan bahan bakar minyak bumi yang semakin menipis. Etanol 80 % + pertamax 20% pengujian yang di lakukan di torsi daya mana yang paling tinggi dan penggunaan bahan bakar apa yang paling bagus pada rasio yang telah di modifikasi. Serta pengaruh terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar yang di butuhkan. memotong blok cylinder 2mm dengan tujuan agar piston over lap sehingga lebih dari overlap tersebut bisa di gunakan untuk mengubah bentuk piston dari yang datar ke bentuk dum, selain untuk mempersempir ruang bakar guna menaikkan rasio kompresi tetapi juga mengubah geometri piston yang di sesuaikan dengan gerakan klep pada ruang bakar sehingga tidak bertabrakan dengan piston pada saat piston di tma.*

Kata Kunci – *efisiensi; etanol; kompresi rasio; unjuk kerja mesin; waktu pengapian*

I. PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan masyarakat Indonesia dengan teknologi khususnya kendaraan sepeda motor yang dapat menunjang dan mempermudah keberlangsungan kegiatan dalam berbagai hal khususnya dalam bekerja [1]. Akan tetapi banyaknya kendaraan sepeda motor tersebut belum ada menciptakan bahan bakar alternative [2]. Produsen kendaraan bermotor pun berlomba lomba memproduksi masal produk kendaraannya. Dengan demikian pemakaian minyak bumi akan meningkat pula [3]. Sedangkan ketersediaan minyak bumi di dunia sudah mulai menipis di akibatkan kebutuhan yang terus meningkat dari tahun ke tahun [3].

Oleh karena itu di jaman sekarang di perlukan inovasi seperti menciptakan energi alternative terbaharukan [3], [4], dengan harapan selain mengurangi pemakaian ataupun ketergantungan dengan minyak bumi juga dapat meningkatkan performa yang lebih maksimal [5] dan menciptakan emisi gas buang yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Inovasi terbaru untuk menanggapi permasalahan bahan bakar minyak bumi yang menipis maka harus di persiapkan pula kendaraan otomotif yang lebih efisien bahan bakar [6]. Modifikasi mesin maupun komponen penunjang yang lebih canggih dan tentunya hemat energi tanpa mengurangi performa dari mesin itu sendiri [7]. Perubahan mesin yang dapat dilakukan yaitu pembakaran yang lebih sempurna [8], perbaikan penghematan kalor panas, penghematan volumetric, dan penghematan energinya sendiri [9].

Selain permasalahan pemakaian kendaraan bermotor dan pemakaian bahan bakar migas yang sangat tinggi dan ketersediaan bahan bakar migas yang semakin menipis [10], permasalahan juga timbul dari gas buang yang di hasilkan dari kendaraan bermotor ini juga cukup besar [11], sehingga mengakibatkan pencemaran udara yang sangat perlu di perhatikan. Dan dengan methanol maupun etanol mempunyai nilai oktan yang tinggi sehingga mencegah detonasi pada mesin [12].

Dengan adanya regulasi pemerintah yang menghapus bahan bakar ron 88 di ganti dengan bahan bakar ron 90[13], maka menunjukkan bahwa bahan bakar semakin menipis [14]. Selain mengganti bahan bakar ron 88 ke ron 99 saat ini pemerintah kita juga mengembangkan bahan bakar alternate yaitu etanol dan bio etanol. Dengan alasan bahan bakar tersebut dapat diperbaharui dan ramah lingkungan.

Etanol dan bio etanol merupakan suatu zat yang sama tetapi cara memperolehnya yang berbeda dan kandungan yang sama yaitu alcohol[15].

II. METODE

Tahap pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian terhadap Motor bakarhonda Scoopyesp dengan melakukan perubahan terhadap diameter piston dan langkahkerjapiston sehingga di temukan ratio kompresi yang di butuhkan untuk pembakaran bahbakar variasi pertamax dan etanol.

Dengan variable bebas menggunakan rasio kompresi standar yaitu 9,5:1 dan yang sudah di modifikasi menjadi 13:1.

Menggunakan konsentrasi bahan bakar campuran :

1. Etanol 15% + Pertamax 75 %.
2. Etanol 30 % + Pertamax 70 %
3. Etanol 45% + Pertamax 55 %.
4. Etanol 60% + Pertamax 40 %
5. Etanol 70% + Pertamax 30 %
6. Etanol 80 % + Pertamax 20%

Pengujian yang di lakukan di torsi daya mana yang paling tinggi dan penggunaan bahan bakar apa yang paling bagus pada rasio yang telah di modifikasi. serta pengaruh terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar yang di butuhkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil penelitian

Dalam penelitian ini terdapat parameter hitung dan parameter terukur. Parameter yang dihitung adalah daya efektif (bhp), tekanan efektif rata-rata (bmep), konsumsi bahan bakar spesifik (sfc), dan efisiensi termal. Sedangkan parameter yang diukur adalah torsi (kg.m), waktu konsumsi bahan bakar. Dalam penelitian ini sistem satuan yang digunakan adalah sistem satuan si. Berikut contoh perhitungan unjuk kerja mesin variasi $cr=13$ dengan menggunakan bahan bakar bioetanol e80 pada putaran 5000 rpm. Data yang diukur dari penelitian ini yang merupakan data awal untuk perhitungan adalah:

- torsi = 9,5 nm
- tenaga = 6,66hp = 4,971kw
- putaran mesin = 5000 rpm
- waktu konsumsi bahan bakar = 60 detik
- fc = 0,72 l/jam

Konsumsi bahan bakar (fc)

Pada penelitian ini konsumsi bahan bakar diambil menggunakan pompa bensin internal, dengan variasi campuran bahan bakar baik menggunakan kompresi modifikasi maupun kompresi standar. Diuji pada putaran 2000, 3500 dan 5000 rpm dan dibaca pada gelas ukur yang terletak pada pompa bahan bakar eksternal dengan waktu pengujian 60 detik. Variasi $cr=13$ berbahan bakar bioetanol e80 pada 8000 rpm. Data yang diukur dari penelitian ini yaitu data awal untuk perhitungan adalah 5000 rpm, waktu konsumsi bahan bakar 60 detik, fc 0,72 l/jam.

Perhitungan daya

Tenaga yang dihasilkan motor pembakaran dalam ada 3 macam, yaitu tenaga kuda rem (bhp), tenaga kuda indikatif (ihp), tenaga kuda gesek (fhp). Daya yang digunakan dalam perhitungan ini adalah brake horse power (bhp). Untuk mendapatkan bhp digunakan data sebagai berikut:

- torsi = 8,83 nm

- putaran mesin = 5000 rpm = 83,33 rps rumus :

$$Bhp = 2 \times \pi \times n \times t$$

$$Bhp = 2 \times 3,14 \times 83,331 \text{ s} \times 8,83 \text{ nm}$$

$$Bhp = 4620 \text{ watt} = 4.620 \text{ kw}$$

Perhitungan konsumsi bahan bakar spesifik (sfc)

Data awal : - waktu konsumsi bahan bakar = 60 s

Dari data awal dan hasil perhitungan sebelumnya di atas, maka dapat dihitung konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) mesin. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Sfc = \frac{mbb}{bhp}$$

Mbb= laju aliran massa bahan bakar, kg/jam

Bhp = daya motor, watt

Oleh karena itu perlu juga dihitung laju aliran bahan bakar yang masuk melalui intake manifold.

$$mbb = \frac{Q_{\text{etanol}} + \text{Volume BB}}{\text{waktu}}$$

$$mbb = \frac{798 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^3}{\text{jam}}$$

$$mbb = 0,575 \text{ kg/jam}$$

$$SFC = \frac{0,575 \text{ kg/jam}}{4971 \text{ Watt}} \times \frac{1000 \text{ watt}}{1 \text{ kw}}$$

$$= 0,115 \text{ kg/kw jam.}$$

B. Analisa hasil pembahasan

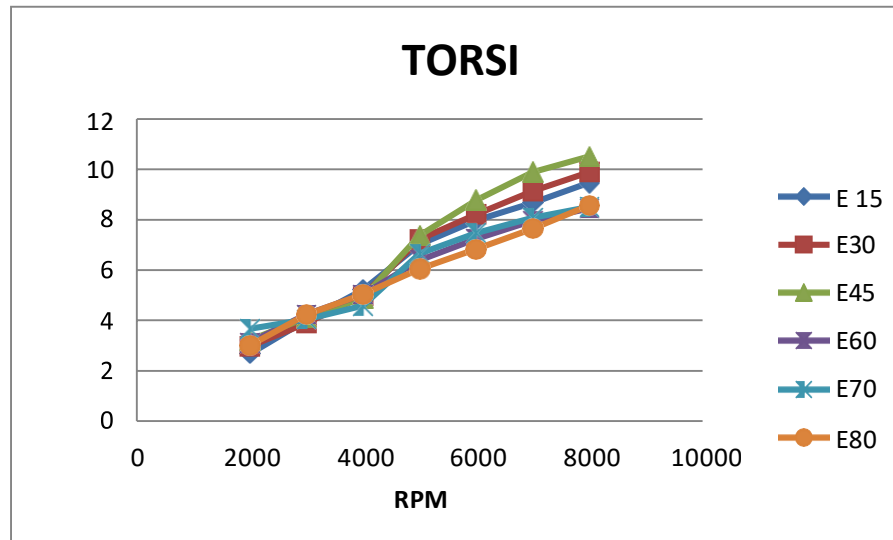
Setelah melakukan pencampuran bahan bakar dan proses peningkatan ratio kompresi, pengujian dengan dynotest maka di temukan grafik dan hasil dari daya serta torsi yang di dihasilkan data sebagai berikut:

Data hasil dynotes menggunakan rasio kompresi standar 9,5:1 dengan variasi campuran bahan bakar etanol. Data hasil dynotes menggunakan rasio kompresi standar 9,5:1 dengan variasi campuran bahan bakar etanol. Penelitian ini menggunakan bahan bakar ethanol dengan memvariasikan 6 campuran yang berbeda pada engine honda matic 110 cc dengan rasio kompresi 9,5:1 . Pengujian ini dilakukan pada putaran rpm 2000 hingga 8000 dengan interval 1000 rpm.

Pertama yang dilakukan adalah dengan memposisikan motor matic 110 cc ke roll dynotes dan di gas sampai rpm puncak sehingga di temukan data yang diperlukan. Dengan hasil:

Tabel 1. Perbandingan torsi dan rpm pada variasi campuran bahan bakar etanol dan pertamax hasil dynotes dengan rasio kompresi (9,5 : 1)

| RPM | E 15 | E 30 | E 45 | E60 | E70 | E80 |
|------|------|------|-------------|------|------|------|
| 2000 | 2.68 | 2.98 | 3.23 | 3.12 | 3.67 | 3.01 |
| 3000 | 4.01 | 3.9 | 4.12 | 4.24 | 4.04 | 4.23 |
| 4000 | 5.22 | 4.98 | 4.9 | 5.03 | 4.58 | 5.04 |
| 5000 | 7.02 | 7.22 | 7.38 | 6.39 | 6.65 | 6.04 |
| 6000 | 7.98 | 8.22 | 8.78 | 7.24 | 7.47 | 6.83 |
| 7000 | 8.68 | 9.14 | 9.89 | 7.96 | 8.08 | 7.65 |
| 8000 | 9.47 | 9.9 | 10.51 | 8.45 | 8.51 | 8.57 |



Gambar 1. Perbandingan Torsi dan RPM Pada kompresi Standar (9,5 : 1)

Dari grafik torsi terhadap rpm, terlihat adanya tren keanikan torsi mulai dari putaran rendah hingga mencapai torsi maksimum pada putaran tertentu. Kemudian torsi mengalami penurunan pada putaran lebih tinggi. Hal ini disebabkan, semakin tinggi putaran engine maka turbulensi aliran yang masuk ke ruang bakar akan semakin tinggi dan menyebabkan pencampuran bahan bakar dan udara semakin baik serta perambatan api juga semakin cepat sehingga torsi akan meningkat. Setelah putaran mesin semakin tinggi maka akan semakin besar kerugian-kerugian yang terjadi, seperti kerugian berupa gesekan dan adanya pembakaran yang kurang sempurna. Semakin tinggi putaran engine maka friksi yang terjadi juga semakin besar. Selain itu pembakaran campuran bahan bakar dan udara dalam ruang bakar juga memerlukan waktu. Ketika putaran tinggi, maka dimungkinkan pengapian yang terjadi tidak cukup cepat untuk membakar seluruh bahan bakar dalam ruang bakar, atau dengan kata lain semakin banyak sisa bahan bakar yang belum terbakar dalam ruang bakar. Dalam grafik

Tersebut kita membatasi hasil dari rpm terhadap torsi sampai pada rpm 8000 di karenakan penulis hanya mengambil data torsi paling baik pada campuran bahan bakar yang sesuai dengan rasio kompresi.

Besarnya torsi berbanding lurus dengan tekanan yang dihasilkan di dalam ruang bakar. Apabila tekanannya tinggi maka torsi yang dihasilkan tinggi. Pada grafik torsi fungsi rpm didapatkan torsi tertinggi bergeser ke kanan seiring dengan bertambahnya campuran bahan bakar, tetapi pada variasi campuran bahan bakar ini juga mempengaruhi nilai torsi yang di hasilkan.

Di rasio kompresi standar menggunakan campuran variasi bahan bakar etanol dan pertamax menunjukkan grafik paling bagus pada e45. Pada campuran yang lain torsi semakin menurun di karenakan oktan semakin tinggi yaitu diatas 100 tekanan yang kurang maksimal ini mengakibatkan gaya dorong piston juga tidak maksimal sehingga nilai torsi menjadi turun.

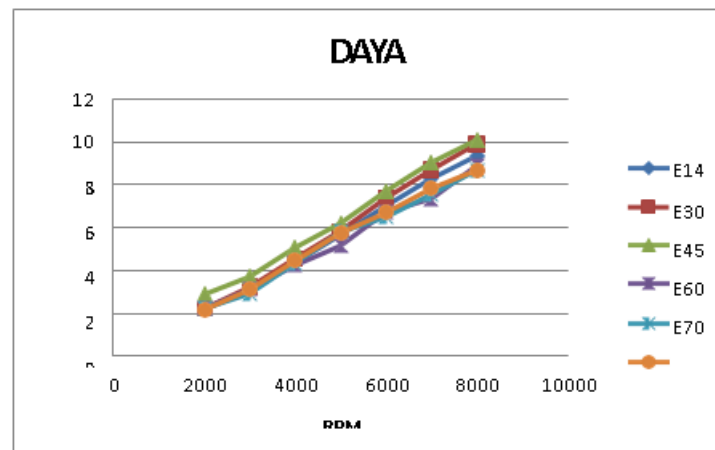
Analisa Daya CR 9,5 : 1

Pada putaran rendah, daya relatif rendah dan akan semakin tinggi ketika putaran mesin semakin tinggi. Secara teoritis, ketika putaran mesin meningkat, maka daya motor juga akan meningkat karena daya merupakan perkalian antara torsi dengan putaran poros.

Tabel 2. Perbandingan daya dan rpm pada variasi campuran bahan bakar etanol dan pertamax hasil dynotes dengan rasio kompresi standar (9,5 : 1)

| RPM | E15 | E30 | E45 | E 60 | E 70 | E 80 |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 2000 | 2.19 | 2.22 | 2.88 | 2.22 | 2.22 | 2.16 |
| 3000 | 3.03 | 3.22 | 3.7 | 3.13 | 2.9 | 3.1 |
| 4000 | 4.35 | 4.55 | 5.06 | 4.23 | 4.33 | 4.44 |

| | | | | | | |
|------|------|------|-------|------|------|------|
| 5000 | 5.66 | 5.83 | 6.2 | 5.14 | 5.79 | 5.74 |
| 6000 | 7.01 | 7.37 | 7.69 | 6.72 | 6.48 | 6.68 |
| 7000 | 8.28 | 8.69 | 9.03 | 7.33 | 7.53 | 7.81 |
| 8000 | 9.34 | 9.9 | 10.08 | 8.87 | 8.67 | 8.67 |



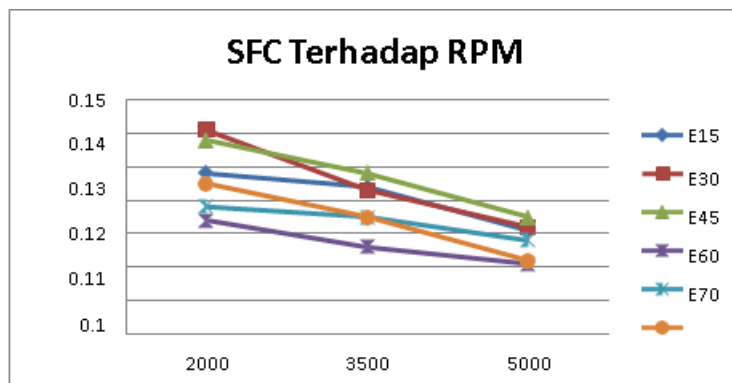
Gambar 2. Perbandingan daya dan rpm pada variasi campuran bahan bakar etanol dan pertamax

SFC Analisa Konsumsi Bahan Bakar Spesifik 13 : 1

Analisa Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (sfc) Konsumsi bahan bakar spesifik dapat didefinisikan sebagai laju aliran bahan bakar untuk memperoleh daya efektif. Nilai konsumsi bahan bakar spesifik bergantung pada campuran udara dan bahan bakar yang terbakar dalam ruang bakar. Dengan semakin sempurna pembakaran, maka yang sfc yang dihasilkan semakin bagus.

Tabel 3. Perbandingan sfc dan rpm pada variasi campuran bahan bakar etanol dan pertamax hasil dynotes dengan rasio kompresi (13 : 1)

| Campuran | 2000 | 3500 | 5000 |
|----------|-------|-------|-------|
| E15 | 0.128 | 0.124 | 0.111 |
| E30 | 0.141 | 0.123 | 0.112 |
| E45 | 0.138 | 0.128 | 0.115 |
| E60 | 0.114 | 0.106 | 0.101 |
| E70 | 0.118 | 0.115 | 0.108 |
| E80 | 0.125 | 0.115 | 0.102 |



Gambar 3. Sfc terhadap rpm

Secara umum konsumsi bahan bakar spesifik dari rpm rendah ke tinggi akan mengalami penurunan hingga putaran mesin tertentu akan meningkat lagi. Hal ini disebabkan oleh semakin tingginya turbulensi aliran seiring dengan penambahan putaran mesin, sehingga homogenitas campuran bahan bakar dan udara menjadi baik dan menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna. Tinggi rendahnya konsumsi bahan bakar dalam teoritisnya dipengaruhi oleh besarnya daya yang dihasilkan oleh engine. Daya yang semakin tinggi menjadi pembagi dalam perhitungan konsumsi bahan bakar. Sfc paling baik pada e60 di kompresi 13. Dimana grafik sfc pada rasio kompresi 13 : 1 ini cenderung tidak homogen yang disebabkan oleh kompresi yang kurang tinggi dan menimbulkan indikasi knocking pada mesin ini terjadi pada campuran e70 dan e80.

IV. SIMPULAN

1. Cara meningkatkan rasio kompresi mesin motor matic 110 cc.

Meningkatkan rasio kompresi tanpa mengubah cc atau volume cylinder standar tetapi dengan mengubah geometri bentuk piston dengan tujuan agar ruang bakar mengecil. Mengurangi atau memotong blok cylinder 2mm dengan tujuan agar piston over lap sehingga lebih dari overlap tersebut bisa di gunakan untuk mengubah bentuk piston dari yang datar ke bentuk dum, selain untuk mempersempir ruang bakar guna menaikkan rasio kompresi tetapi juga mengubah geometri piston yang di sesuaikan dengan lift atau gerakan klep pada ruang bakar sehingga tidak bertabrakan dengan piston pada saat piston di tma.

2. Pengaruh variasi rasio terhadap peforma.

Pengaruh kompresi terhadap peforma mesin honda matic 110 cc berbahan bakar etanol, dengan hasil sebagai berikut: rasio kompresi 9,5 : 1 mengalami kenaikan torsi pada campuran bahan bakar e45 di rpm 8000 yaitu 10.51 n.m. Naik 0.98 n.m dari pada menggunakan bahan bakar pertamax dengan ron 92, di rasio kompresi yang sama. Daya mengalami kenaikan campuran bahan bakar e45 di rpm 8000 yaitu 10.08 hp /7,41 kw naik naik 1.01kw dari pada menggunakan bahan bakar pertamax dengan ron 92 di rasio kompresi yang sama.

Rasio kompresi 13 : 1 mengalami kenaikan torsi pada campuran bahan bakar e80 di rpm 8000 yaitu 12.86 n.m, naik 2.35 n.m dari pada menggunakan rasio kompresi 9,5 : 1. Daya mengalami kenaikan di e80 di rpm 8000 yaitu 10.35 hp /7,61 kw naik 0,20 kw dari pada menggunakan bahan bakar pertamax dengan ron 92 dari pada menggunakan rasio kompresi 9,5 : 1.

3. Efisiensi bahan bakar yang di hasilkan.

Efisiensi bahan bakar variasi campura pertamax dan etanol terhadap peforma mesin. Rasio kompresi 9,5 : 1 konsumsi bahan bakar paling irit di campuran e45 di rpm 5000 yaitu 0.69 l/h dengan sfc 0.117kg/kwh. Rasio kompresi 13 : 1 konsumsi bahan bakar paling irit di campuran e60 rpm 5000 0.66 l/h lebih efisien 0,02 l/h dari pada rasio kompresi 9,5;1. Dengan sfc 0.101 kg/kwh lebih irit 0,16 kg/kwh dari pada menggunakan rasio kompresi standar dengan cc yang sama

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada kedua orang tua yang telah mensupport serta ucapan terimakasih juga saya ucapkan kepada program studi teknik mesin universitas muhammadiyah sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat dan juga teman teman yang telah mendukung serta membantu menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] D. Hartono, M. Paloboran, B. Sudarmanta, J. Arief Rahman Hakim, and I. Jurusan Teknik Mesin, "Studi eksperimental pengaruh mapping waktu pengapian dan mapping durasi injeksi serta rasio kompresi terhadap perrformansi dan emisi gas buang engine honda CB 150R berbahan bakar E50," 2021.
- [2] W. Ruslan, I. Gede, E. Lesmana, and D. R. Safitri, "Analisis Pengaruh Waktu Pengapian untuk Bahan Bakar Peralite terhadap Kinerja Motor Honda Beat Karburator," 2019.
- [3] F. Majedi, R. Muninggar, N. Romandoni, M. Otomotif, J. Teknik, and P. Negeri Madiun Jalan Serayu, "PERFORMA MOTOR 4 LANGKAH BERBAHAN BAKAR CAMPURAN BIOETHANOL DAN PERTALITE DENGAN PERUBAHAN IGNITION TIMING," *Journal Mechanical and Manufacture Technology*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [4] D. Made, K. Muku, I. Gusti, and K. Sukadana, "Pengaruh Rasio Kompresi terhadap Unjuk Kerja Mesin Empat Langkah Menggunakan Arak Bali sebagai Bahan Bakar," 2019.
- [5] Pamuji G.A & Sudarmanta B, "EXPERIMENTAL STUDY OF COMPRESSION RATIO AND DURATION OF FUEL INJECTION EFFECTS ON HONDA CB150R ENGINE PERFORMANCE AND EXHAUST EMISSION FUELED WITH BIOETHANOL E100," 2020.
- [6] R. Khairi and H. Maksun, "PENGARUH PENGGUNAAN CAMPURAN BAHAN BAKAR PREMIUM-ETANOL TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG PADA MOTOR BENSIN EMPAT LANGKAH," 2020.
- [7] M. Rifal and W. Rauf, "Analisis Penggunaan Bahan Bakar Etanol-Pertalite Pada Motor Honda Scoopy 110 cc," 2022.
- [8] B. Irawan, N. Pratiwi, and N. Diterima, "Mengurangi Karbon Monoksida dari Emisi Kendaraan untuk Melindungi Lingkungan dan Meningkatkan Efisiensi Energi INFORMASI ARTIKEL ABSTRACT," vol. 06, no. 01, pp. 29–36, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.polinema.ac.id/index.php/JETM>
- [9] R. R. Rachman¹, B. Junipitoyo², L. Winiasri,) Politeknik, P. Surabaya, and J. J. Andayani, "CAMPURAN BAHAN BAKAR PERTALITE 25% ETHANOL MESIN PISTON 1 SILINDER TERHADAP PERFORMA DENGAN VARIASI WAKTU PENGAPIAN," 2022.
- [10] A. Aminudin, N. Romandoni, V. Yuan Kurnia, and P. Negeri Madiun, "Uji Performa Engine Matic 110 cc Bi-Fuel (Pertamax-LPG) dengan Variasi Rasio Kompresi dan Ignition Timing," 2020, doi: 10.28926/briliant.
- [11] M. Rafi *et al.*, "PENGARUH CAMPURAN BAHAN BAKAR PERTALITE DAN 50% ETHANOL DENGAN VARIASI IGNITION TIMING PADA PISTON ENGINE 1 CYLINDER," 2022.
- [12] A. Widiyanto, Y. Winardi, and R. Arifin, "AutoMech Jurnal Teknik Mesin Pengaruh Perubahan Remapping Ecu Terhadap Torsi Dan Daya Pada Sepeda Motor Honda Cb 150 R," pp. 19–23, 2022.
- [13] M. Rahmaddaani, E. Edi Poerwanto, and W. Irdianto Jurusan Teknik Mesin, "PENGARUH VARIASI IGNITION TIMING MENGGUNAKAN ECU PROGRAMMABLE TERHADAP PERFORMA MESIN PADA SEPEDA MOTOR 150CC SOHC BERPENDINGIN AIR," vol. 4, no. 2, pp. 27–32, 2020.
- [14] JIMMI LISTIAWAN, "PERFORMANSI MESIN SEPEDA MOTOR BERBAHAN BAKAR ETANOL MENGGUNAKAN BUSI STANDAR DAN BUSI IRIIDIUM," 2023.
- [15] O. Kurdi, "ASPEK TORSI DAN DAYA PADA MESIN SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH DENGAN BAHAN BAKAR CAMPURAN PREMIUM-METHANOL," 2019.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.