

# **Analisa Pengaruh Perbandingan Timing Pengapian Menggunakan Variasi Bahan Bakar Pertamina dan Etanol Terhadap Torsi, Daya, dan Efisiensi di Motor Matic 110cc**

## **[Analysis of the Comparative Effect of Ignition Timing Using Variations in Pertamina and Ethanol Fuels on Torque, Power and Efficiency in 110cc Automatic Motorcycles]**

Sigit Hariawan <sup>1)</sup>, A'rasy Fahrudin <sup>\*2)</sup>

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.** *Ethanol is an alternative fuel that can be used in motorized vehicles. In using ethanol in the combustion chamber, it requires several modifications to the engine to be used, such as changing the ignition timing, changing the compression ratio, and changing the engine's fuel intake system. It is hoped that there will be an increase in the work of the machine and its efficiency. This research focuses on the matic 110cc engine, starting with setting the compression ratio, then proceed with setting the fuel intake system, namely through the injector, and continuing with changing the ignition timing. Then test the ethanol fuel with 6 variations 15%:85%, 30%:70%, 45%:55%, 60%:40%, 70%:30%, & 80%:20% (ethanol:pertamax ratio). This test uses 2 ignition timing variables, namely the standard default motor and 18° before tma*

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

**Abstrak.** *Etanol merupakan bahan bakar alternatif yang bisa digunakan pada kendaraan bermotor. Dalam penggunaan etanol di ruang bakar, memerlukan adanya beberapa modifikasi pada mesin yang akan dipakai seperti mengubah waktu pengapian, mengubah rasio kompresi, serta mengubah sistem masuknya bahan bakar mesin. Diharapkan adanya peningkatan pada kerja mesin serta efisiensinya. Penelitian ini difokuskan pada mesin matic 110cc dengan diawali melakukan setting rasio kompresi, setelah itu dilanjutkan dengan setting sistem masuknya bahan bakar yakni melalui injektor, dan dilanjutkan dengan mengubah waktu pengapiannya. Kemudian pengujian bahan bakar etanol dengan 6 variasi 15%:85%, 30%:70%, 45%:55%, 60%:40%, 70%:30%, & 80%:20% (perbandingan etanol:pertamax). Pengujian ini menggunakan 2 variabel waktu pengapian yaitu standar bawaan motor dan modifikasi 18° sebelum tma*

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

## **I. PENDAHULUAN**

Peningkatan jumlah penduduk dunia, pertumbuhan industri serta kebutuhan transportasi menyebabkan bertambahnya kebutuhan dunia akan sumber energi. Data kementerian energi dan sumber daya mineral (esdm) menunjukkan bahwa lebih dari setengah (57%) kebutuhan energi di indonesia dipenuhi dari minyak bumi[1]. Upaya untuk mengimbangi ketersediaan bahan bakar dengan jumlah kendaraan bermotor adalah dengan menggunakan teknologi otomotif hemat bahan bakar dengan performa mesin yang tetap optimal[2]. Pemanfaatan teknologi juga diimbangi dengan penggunaan bahan bakar alternatif yang diimbangi dengan peningkatan performa mesin kendaraan, sehingga performa mesin dapat bekerja secara maksimal dan kadar emisi gas buang yang dihasilkan berkurang[3]. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk menurunkan emisi gas buang, salah satunya dalam penggunaan bahan bakar alternatif seperti etanol.

Kandungan oksigen dalam etanol adalah sekitar 35%[4]. Sebagai bahan bakar beroksigenat, etanol mempunyai banyak keuntungan dalam emisi yang dihasilkan. Senyawa oksigenat yang mempunyai keunggulan angka oktan tinggi membuat etanol digunakan sebagai aditif bahan bakar bensin[5], ditambah dengan adanya unsur o dalam ikatan kimianya akan berpengaruh pada penurunan emisi gas buang[6]. Ukuran dari performa mesin yang diinginkan dari suatu kendaraan tidak hanya dilihat dari torsi dan daya maksimum yang dihasilkan oleh mesin, tetapi kualitas emisi

yang dikeluarkan dari kendaraan tersebut juga patut diperhitungkan. Torsi maksimum dan kualitas emisi dipengaruhi oleh banyak faktor. Salah satu faktor diantaranya adalah kesempurnaan proses pembakaran di ruang bakar[7].

Dalam penerapan etanol di ruang bakar, memerlukan beberapa modifikasi pada mesin yang akan dipakai seperti mengubah waktu pengapian, mengubah durasi injeksi, mengubah rasio kompresi, dan memodifikasi sistem pemasukan bahan bakar mesin[8]. Beberapa perubahan yang bisa dilakukan untuk pemakaian etanol di kendaraan adalah meningkatkan rasio kompresi di ruang bakar mesin[9], memodifikasi sistem pemasukan bahan bakar, serta waktu pengapian. Memodifikasi geometri piston dapat meningkatkan rasio kompresi dari yang semula 9 menjadi 12[10]. Parameter ini mengharuskan adanya rasio kompresi yang lebih tinggi, memerlukan tekanan yang lebih tinggi, dan memerlukan sinkronisasi antara waktu injeksi dan waktu pengapian[11]. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu memodifikasi *timing* pengapian yang tepat agar dapat meningkatkan performa dan menurunkan emisi gas buang. Metode yang digunakan adalah memajukan sudut pengapian yang dilakukan dengan cara mengubah posisi *pick up* (tonjolan) magnet[12].

Pada penelitian ini dilakukan sebuah pengujian pada motor matic 110cc dengan bahan bakar etanol[13]. Untuk pengoperasian menggunakan bahan bakar etanol harus dilakukan beberapa modifikasi pada kendaraan matic 110cc[14], modifikasi meliputi *timing* pengapian (*ignition timing*). Penerapan bahan bakar etanol pada matic 110cc bertujuan untuk mendapatkan data berupa torsi, daya, serta efisiensi[15].

## II. METODE

Pengujian eksperimen dilakukan pada mesin matic 110cc dengan *timing* pengapian standar matic 110cc dan mesin matic 110cc dengan *timing* pengapian yang diubah dengan memajukan. Kedua pengujian eksperimen menggunakan bahan bakar etanol dan pertamax. Campuran bahan bakar yang akan diuji antara lain campuran variasi 15%:85%, 30%:70%, 45%:55%, 60%:40%, 70%:30%, & 80%:20% (perbandingan etanol:pertamax) adapun alat alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Kendaraan uji  
Kendaraan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah matic 110cc.
2. Dyno test  
Dyno test digunakan sebagai metode pengujian performa mesin kendaraan motor untuk melihat power(tenaga) dan torque(torsi).
3. Injection pump  
Pompa injeksi berfungsi untuk mensupplay bahan bakar ke nozel dengan tekanan tinggi, serta untuk menentukan timing penyemprotan dan jumlah bahan bakar yang disemprotkan.

Tahapan pengujian:

1. Mengisi tangki bahan bakar yang telah ditentukan.
2. Melakukan pengujian di mesin dyno test dimulai dari rpm idle di rpm 1600 hingga rpm di 8000.
3. Mengukur konsumsi bahan bakar yang dihabiskan selama 1 menit pengujian pada 3 mode rpm 2000, 3500,5000.
4. Melakukan pengolahan data hasil pengujian dan membandingkan dengan  
Setiap campuran bahan bakar yang digunakan.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Proses pencampuran bahan bakar

Pada penelitian ini menggunakan 6 variasi campuran bahan bakar yaitu etanol 15% etanol 30%, etanol 45%, etanol 60%, etanol 70%, & etanol 80%. Untuk perhitungan RON (oktan) secara manual pada proses pencampuran bahan bakar pengujian dengan rumus perhitungan RON(oktan) dengan acuan RON standar pertamax adalah 92 dan ron standard etanol ialah 105 maka rumusnya ialah sebagai berikut:

$$RON = (Etanol\% \times Ron\ etanol) + (Pertamax\% \times Ron\ pertamax)$$

Dari rumus diatas kita dapatkan campuran perbandingan dengan hasil

$$Etanol\ 45\% + Pertamax\ 55\%$$

Dengan pencampuran pertamax sebanyak 275ml dan Etanol sebanyak 225ml maka rumusnya ialah sebagai berikut:

$$RON = (Etanol\% \times Ron\ etanol) + (Pertamax\% \times Ron\ pertamax)$$

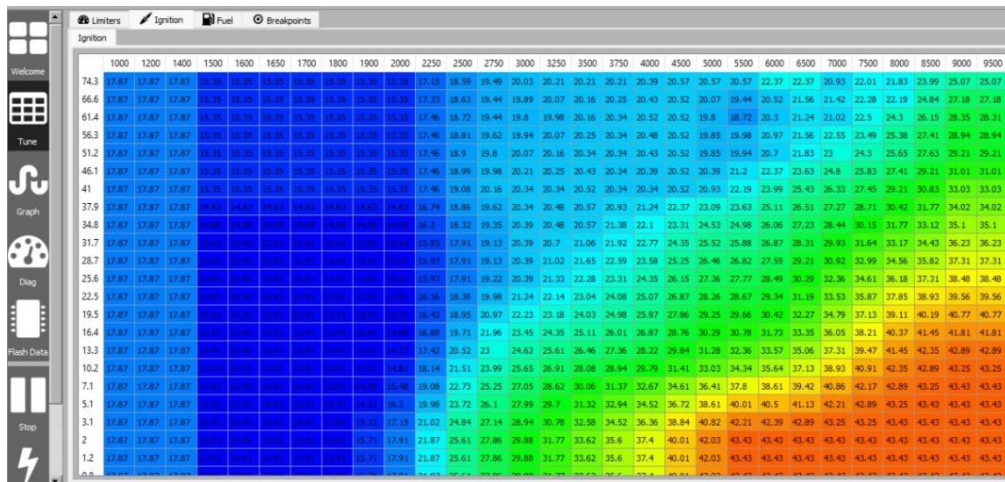
$$RON = (E45\% \times 105) + (P55\% \times 92)$$

$$RON = 47,25 + 50,6$$

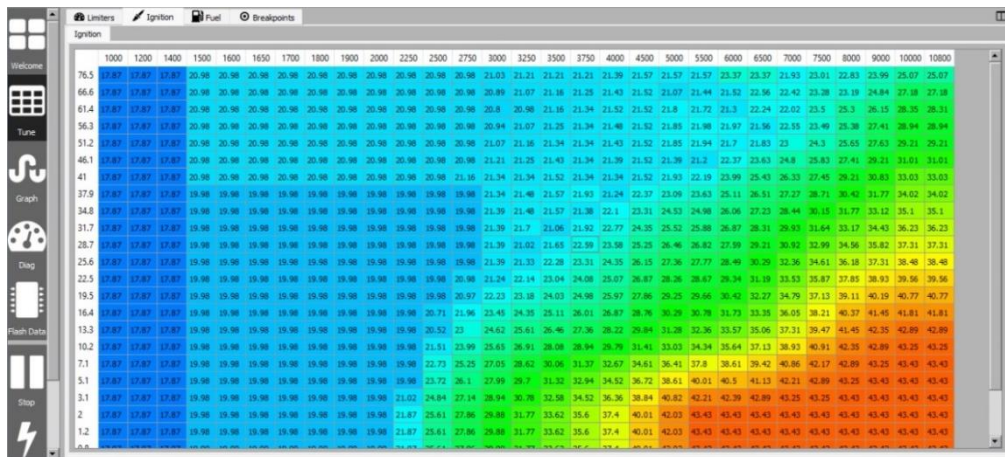
RON = 97,85

**B. Proses modifikasi timing pengapian**

Pada penelitian ini juga merubah ataupun memodifikasi timing pengapian(ignition timing) dengan mengacu pada oktan pengujian yang tinggi. Maka dari itu untuk merubah sitem pengapian pada mesin matic 110cc peneliti menggunakan scanner ecm guna mengatur timing pengapian yang bisa disesuaikan dengan kondisi bahan bakar yang diuji, pada penelitian ini mengubah dari standardnya timing pengapian matic 110cc ialah 14° sebelum tma dan akan dirubah menjadi 18° sebelum tma.



**Gambar 1.** Grafik ecm scoopy 110 esp standard timing pengapain belum dirubah



**Gambar 2.** Grafik ecm scoopy 110 esp modifikasi

Pada gambar 2 ialah grafik ecm setelah dimodifikasi dimana pada timing pengapian standard 14° lalu dimodifikasi ke 18° untuk mengoptimalkan tenaga pada mesin motor matic 110cc.

**C. Perhitungan**

Berikut adalah contoh perhitungan unjuk kerja mesin untuk variasi ECM modifikasi berbahan bakar Etanol E80 pada putaran mesin 5000rpm. Adapun data yang diukur dari penelitian ini yang merupakan data awal perhitungan adalah:

- Torsi = 8,01N.m
- Daya = 5,62hp= 4,191Kw
- Putaran Mesin = 5000rpm
- Waktu Konsumsi Bahan Bakar = 60sec
- FC = 0,66 l/h

### Perhitungan Daya

Daya yang digunakan dalam perhitungan ini adalah *brake horse power*(bhp). Untuk mendapatkan bhp, digunakan data data sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{-Torsi} &= 8,01 \text{ Nm} \\ \text{- Putaran engine} &= 5000 \text{ rpm} = 83,33 \text{ rps} \\ \text{Rumus :} & \\ \text{Bhp} &= 2 \times \pi \times n \times T \\ \text{Bhp} &= 2 \times 3,14 \times 83,33 \times 8,01 \text{ Nm} \\ \text{Bhp} &= 4191 \text{ watt} = 4,191 \text{ KW} \end{aligned}$$

### Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)

Dari data awal serta hasil perhitungan sebelumnya, dapat dihitung konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) dari engine. Rumus yang digunakan sebagai berikut:

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

mbb = laju aliran massa bahan bakar, kg/jam

bhp = daya motor, Watt

oleh karena itu perlu dihitung pula besarnya laju aliran bahan bakar yang masuk melalui intake manifold.

$$MBB = \frac{\beta \text{ etanol} + \text{Volume BB}}{\text{waktu}}$$

$$\begin{aligned} mbb &= \frac{798 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 6,6 \cdot (10^{-4}) \text{ m}^3}{\text{h}} \\ mbb &= 0,526 \text{ kg/h} \end{aligned}$$

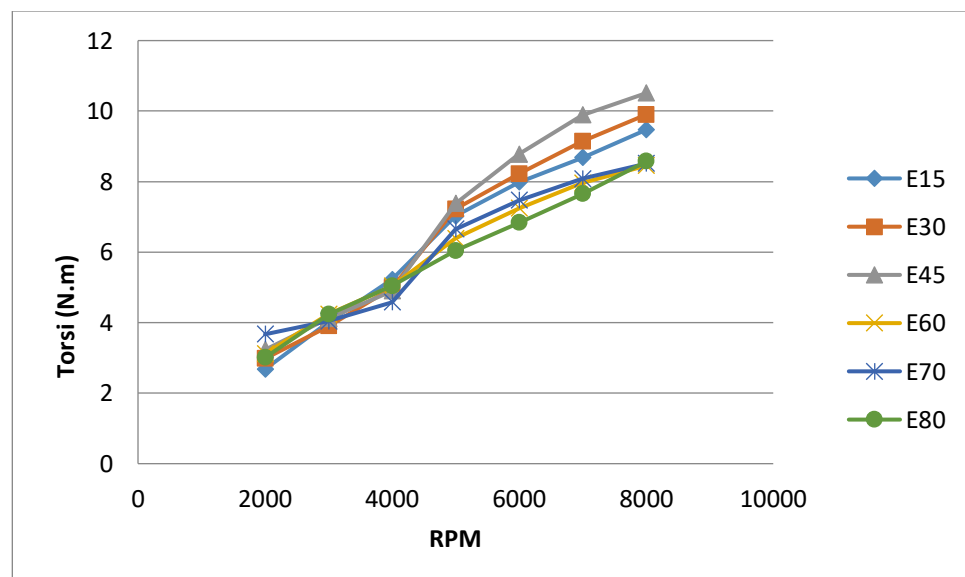
$$\begin{aligned} SFC &= \frac{0,526 \text{ kg/jam}}{4191 \text{ Watt}} \times \frac{1000 \text{ watt}}{1 \text{ kw}} \\ &= 0,125 \text{ kg/kwh} \end{aligned}$$

### D. Hasil uji

Setelah melakukan proses pencampuran bahan bakar dan proses modifikasi pada timing pengapian, lalu dilanjutkan dengan prose pengujian menggunakan dyno test yang nantinya akan menghasilkan grafik dan hasil dari daya serta torsi yang dihasilkan data sebagai berikut:

Data hasil dynotest menggunakan timing pengapian standard  $14^\circ$  sebelum tma dengan berbagi variasi campuran bahan bakar etanol. Berikut merupakan data hasil dynotest menggunakan timing pengapian standard  $14^\circ$  sebelum tma dengan variasi campuran bahan bakar etanol. Pengujian ini dilakukan pada putaran rpm 2000 hingga 8000 rpm dengan interval 1000 rpm.

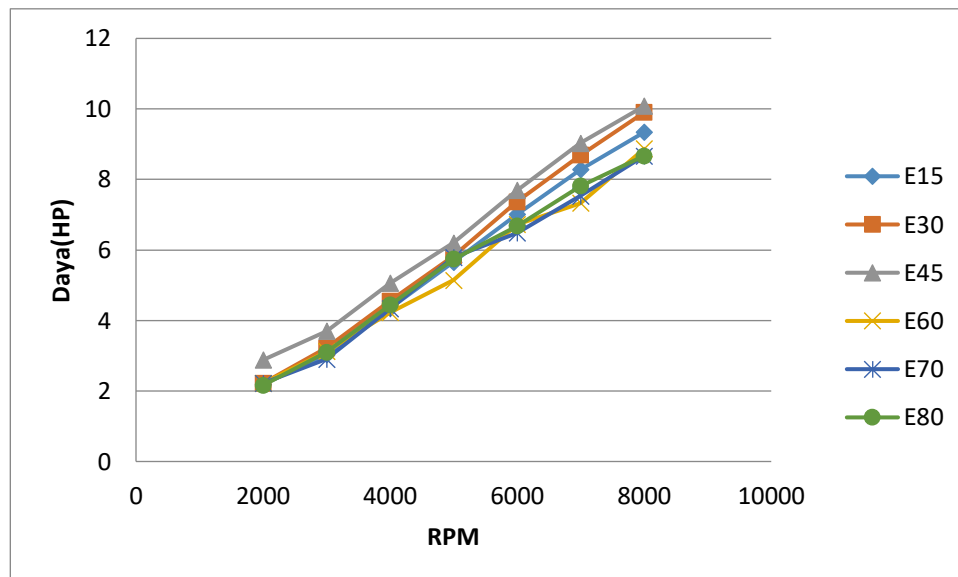
### Torsi timing pengapian standard



**Gambar 3.** perbandingan torsi dan RPM pada variasi campuran etanol dengan timing pengapian standard  $14^\circ$  sebelum TMA.

Dari grafik diatas , terlihat ada nya kenaikan torsi mulai dari putaran rendah hingga putaran puncak pada putaran tertentu. Pada campuran e15 mengalami kenaikan hingga puncaknya pada campuran e45 di 10,51n/m. Hal ini dikarenakan pada campuran tersebut mengandung oktan sekitar 97 yang merupakan batas wajar pada timing pengapian standard. Pada campuran e60,e70,e80 torsi mengalami penurunan karena nilai oktan yang semakin tinggi serta terjadinya pembakaran yang tidak sempurna dikarenakan bahan bakar meledak jauh sebelum tma.

#### Daya timing pengapian standard

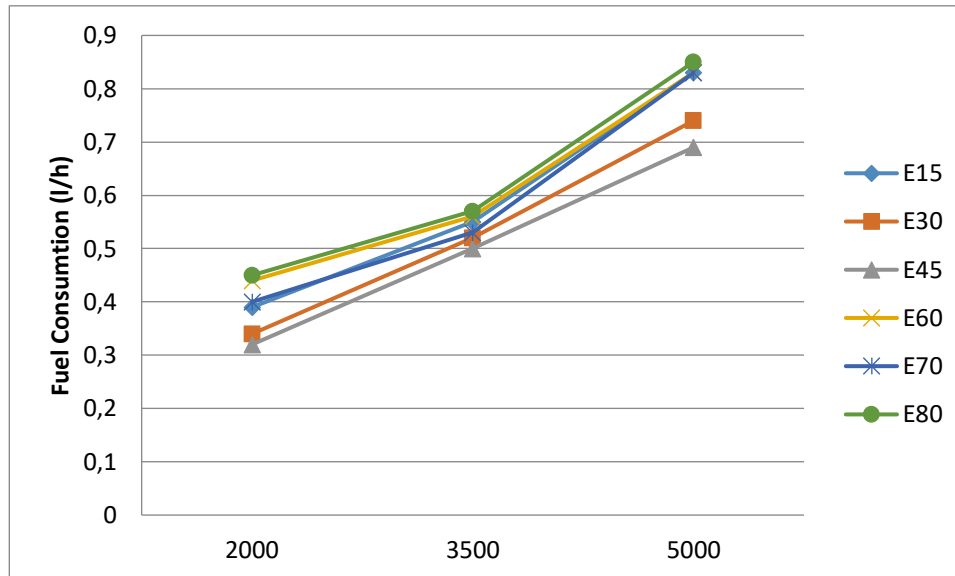


**Gambar 4.** Perbandingan daya dan rpm pada variasi campuran bakar etanol Dengan menggunakan timing pengapian standard.

Dari grafik diatas menunjukkan trendline daya engine pada tiap putaran yang dilakukan dengan variasi campuran bahan bakar dan timing pengapian standar  $14^\circ$  sebelum tma. Daya yang dihasilkan engine perlahan mengalami peningkatan pada rpm 2000 hingga 8000 rpm. Pada saat timing pengapian standar, daya yang paling bagus adalah pada campuran e45 di 8000 rpm, dengan melakukan variasi bahan bakar maka daya yang diperoleh pada e15, e30 kurang maksimal kenaikannya, akan tetapi mengalami puncak peningkatan pada e45 pada 8000rpm yaitu sebesar 10,08hp. Pada variasi bahan bakar e60, e70, e80 di 8000 rpm yaitu rata-rata di 8,8hp.

#### Fuel consumption timing pengapian standard

Analisa konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar pemakaian bahan bakar liter per satuan jam. Dengan semakin sempurna pembakaran maka fc yang dihasilkan semakin baik, hal ini juga dipengaruhi oleh campuran udara dan bahan bakar yang terbakar pada ruang bakar.

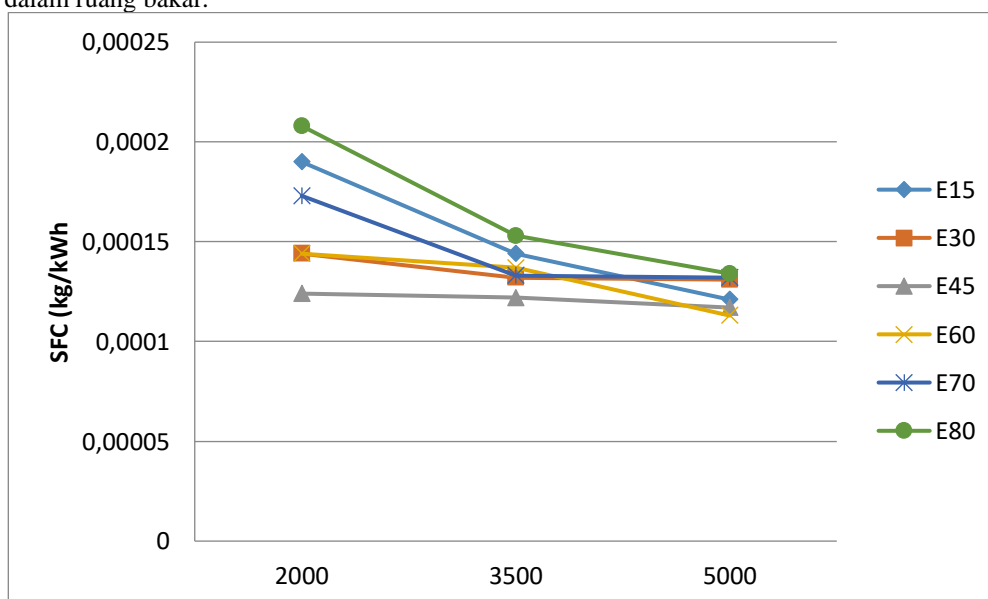


**Gambar 5.** Perbandinga grafik fc vs rpm pada variasi campuran bahan bakar dengan menggunakan timing pengapian standard

Grafik diatas menunjukkan perbandingan konsumsi bahan bakar terhadap rpm. Dari grafik diatas menunjukkan pada campuran e15, e30 mengalami konsumsi bahan bakar yang stabil karena pada timing pengapian tersebut masih dalam toleransi sesuai dengan timing pengapian  $14^\circ$  sebelum tma. Pada campuran e15 dan e30 mempunyai nilai oktan sekitar 93,5&95 dimana oktan tersebut masih terbakar sempurna pada timing pengapian standard. Akan tetapi hasil terbagus ditunjukkan pada grafik 45% dimana konsumsi bahan bakar paling irit yaitu 0,69liter/jam dengan nilai oktan 97. Namun pada e60, e70, e80 terjadi peningkatan konsumsi bahan bakar pada rpm 5000 dikarenakan pada campuran tersebut nilai oktan naik menjadi 99,8 sampai 102,5 sehingga pada timing pengapian standard dan rasio kompresi standard sangat tidk cocok karena menyebabkan terjadinya pembakaran tidak sempurna sehingga boros bahan bakar.

### Sfc timing pengapian standard

Analisa konsumsi bahan bakar spesifik(sfc) konsumsi bahan bakar spesifik ini dapat diasumsikan sebagai laju aliran bahan bakar untuk mendapatkan daya efektif. Nilai sfc bergantung pada campuran udara dan bahan bakar yang terbakar di dalam ruang bakar.



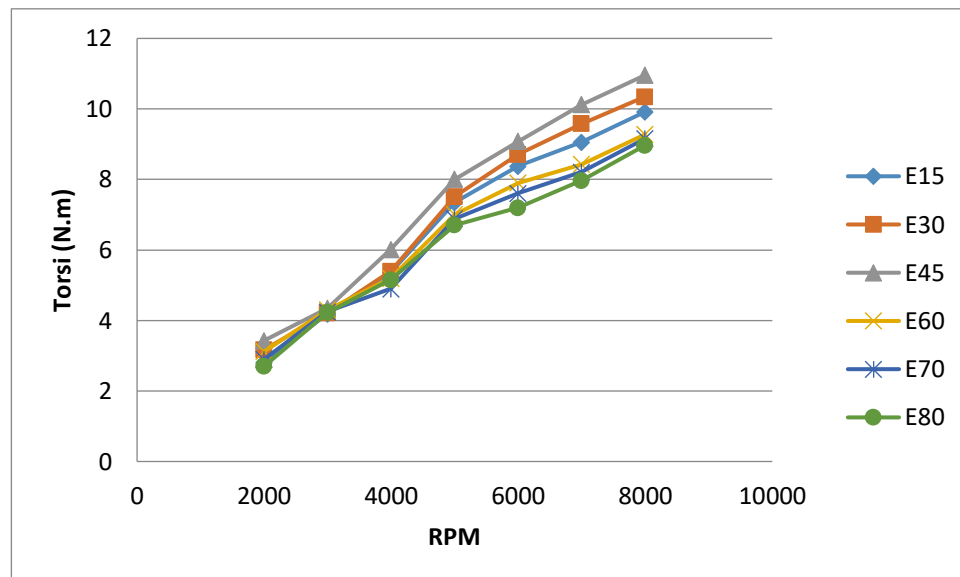
**Gambar 6.** Sfc vs rpm timing pengapian standard

Dari grafik diatas menunjukkan perubahan sfc seiring bertambahnya putaran mesin. Secara umum konsumsi bahan bakar spesifik dari rpm rendah ke tinggi akan terjadi penurunan hingga putaran mesin tertentu akan terjadi peningkatan

kembali. Hal ini dikarenakan oleh semakin tingginya aliran turbulensi serta seiring dengan penambahan putaran mesin, menyebabkan homogenitas campuran bahan bakar dan udara menjadi baik dan menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna.

### Torsi timing pengapian modifikasi 18°

Data yang di dapat setelah melakukan dynotest menggunakan timing pengapian modifikasi 18° sebelum tma dengan menggunakan 6 variasi campuran bahan bakar etanol dan pertamax pada mesin motor matic 110 cc. Pengujian ini dilakukan pada 2000 hingga 8000 rpm dengan interval 1000 rpm.

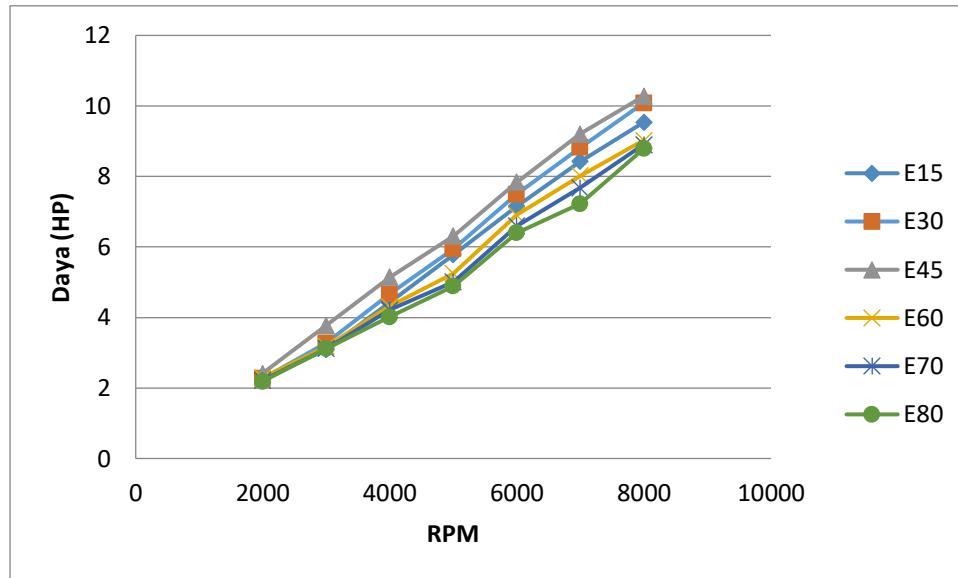


**Gambar 7.** Perbandingan torsi vs rpm pada timing pengapian 18° sebelum tma

Dari grafik torsi terhadap rpm, terlihat adanya trendline kenaikan torsi mulai dari putaran rendah hingga putaran maksimal di 8000 rpm. Besarnya torsi berbanding lurus dengan tekanan yang dihasilkan pada ruang bakar, apabila tekanan tinggi maka torsi yang dihasilkan juga tinggi. Pada grafik 4.5 di atas didapatkan torsi tertinggi bergeser kekanan seiring bertambahnya campuran bahan bakar dan putaran mesin. Pada campuran bakar e15 di rpm awal hingga putaran maksimal di rpm 8000 didapatkan torsi sebesar 10,38n.m begitu juga pada campuran bahan bakar e30, e60, e70, e80 hingga puncaknya terjadi di campuran bahan bakar e45 yang didapatkan torsi sebesar 10,96 n.m hal ini disebabkan karena pengaruh nilai oktan yang setara dengan 97,85 serta timing pengapian yang sudah dimodifikasi menjadi 18° sebelum tma.

### Daya timing pengapian modifikasi

Pada putaran mesin rendah daya akan relatif rendah dan akan semakin tinggi apabila putaran mesin semakin tinggi. Secara teoritis, apabila putaran mesin meningkat maka daya akan meningkat dikarenakan daya merupakan hasil dari perkalian antara torsi dengan putaran poros.

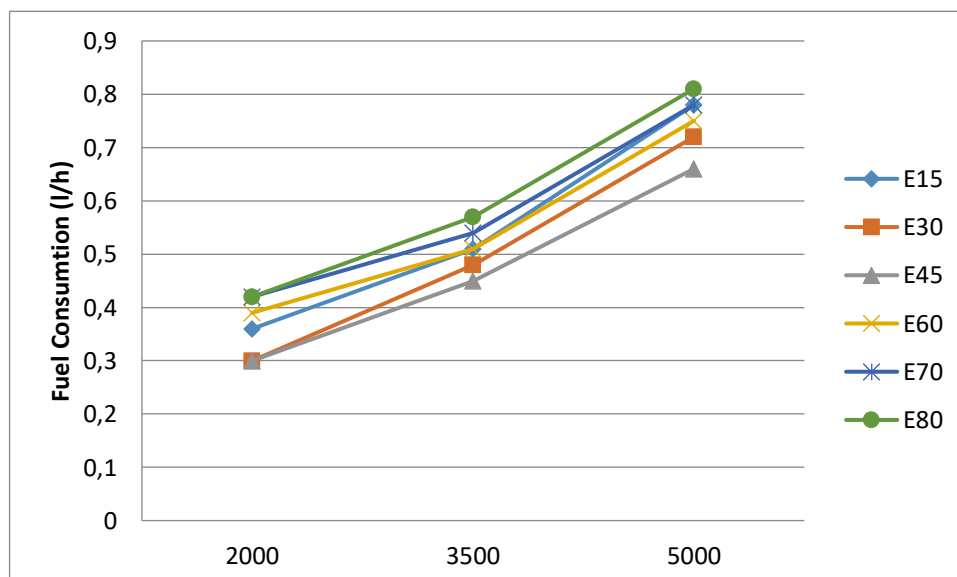


**Gambar 8.** Perbandingan daya vs rpm pada timing pengapian modifikasi 18° sebelum tma

Dari grafik diatas menunjukkan trendline daya engine pada tiap putaran yang dilakukan dengan variasi campuran bahan bakar dan timing pengapian modifikasi 18° sebelum tma. Daya yang dihasilkan engine perlahan mengalami peningkatan pada rpm 2000 hingga 8000 rpm. Pada saat timing pengapian modifikasi semua mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya putaran mesin. Pada timing pengapian modifikasi ini daya yang paling bagus terdapat pada campuran e45 di 8000 rpm, karena semakin cepat putaran mesin, maka putaran poros juga semakin cepat. Dengan variasi bahan bakar e15, e30, e60, e70, e80 daya yang dihasilkan sudah mengalami peningkatan, akan tetapi belum signifikan antara 8,79 hingga 10,09hp saja sedangkan daya standardnya ialah 8,7hp. Peningkatan torsi paling bagus ialah pada e45 yakni 10,28hp pada rpm 8000 hal ini terjadi karena nilai oktan yang setara dengan 97,85 masih dalam batas wajar pada rasio kompresi standard dengan timing pengapian 18° sebelum tma. Sedangkan pada e60, e70, e80 nilai oktan terlalu tinggi yang menyebabkan pembakaran tidak sempurna

#### Fuel consumption pada timing pengapian modifikasi

Analisa konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar pemakaian bahan bakar per liter pada satuan jam (l/h). Nilai konsumsi bahan bakar bergantung pada campuran udara dan bahan bakar yang terbakar pada ruang bakar dengan semakin sempurnanya proses pembakaran maka fuel consumption yang dihasilkan akan semakin bagus.

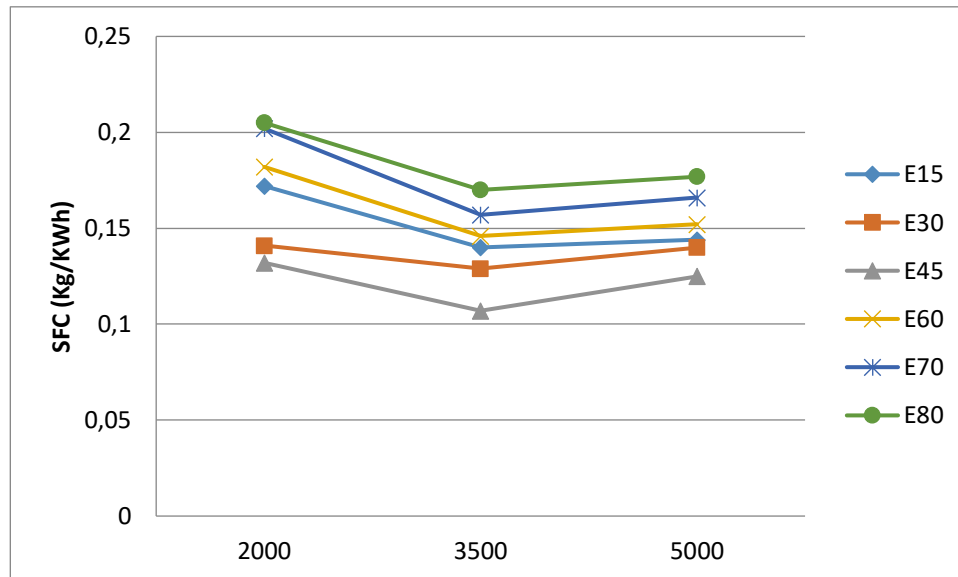


**Gambar 8.** Perbandingan fc vs rpm



Gambar diatas menunjukkan perubahan efisiensi seiring dengan bertambahnya putaran engine. Tinggi rendahnya konsumsi bahan bakar dalam teoritisnya dipengaruhi oleh besarnya yang dihasilkan oleh engine. Namun semakin bagus timing pengapian maka puncak terendah dari grafik fc cenderung bergeser ke kanan. Dari grafik diatas menunjukkan pada variasi campuran e15 mengalami konsumsi bahan bakar 0,78 l/h. Akan tetapi fc paling bagus ditunjukkan oleh variasi bahan bakar e45 yaitu sebesar 0,66 l/h.

### Sfc timing pengapian modifikasi



**Gambar 9.** Sfc terhadap rpm pada timing pengapian modifikasi

Gambar di atas menunjukkan perubahan efisiensi bahan bakar spesifik seiring bertambahnya putaran engine. 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 e45 pada timing pengapian  $18^\circ$  sebelum tma.

## IV. SIMPULAN

### 1. Pengaruh timing pengapian terhadap performa

Timing pengapian terhadap performa mesin matic 110cc berbahan bakar campuran etanol, dengan hasil sebagai berikut: timing pengapian  $14^\circ$  mengalami kenaikan torsi pada campuran bahan bakar e45 pada 8000 rpm yaitu sebesar 10.51 n.m naik 0,98 n.m daripada menggunakan bahan bakar pertamax dengan ron 92 pada timing pengapian yang sama. Daya juga mengalami kenaikan pada campuran e45 di 8000 rpm yaitu 10.08hp/ 7,61 kw naik 1,01kw daripada menggunakan bahan bakar pertamax pada timing pengapian standard.

Timing pengapian  $18^\circ$  sebelum tma mengalami puncak kenaikan torsi pada e45 di 8000 rpm yaitu 10,96 n.m naik 1,42n.m dibandingkan dengan timing pengapian standard dan menggunakan bahan bakar pertamax. Daya juga mengalami kenaikan pada e45 di 8000 rpm yaitu 10,28hp/7,66 kw.

### 2. Efisiensi bahan bakar yang di hasilkan

Efisiensi bahan bakar dari variasi campuran pertamax dan etanol terhadap performa mesin. Timing pengapian standard konsumsi bahan bakar paling irit di campuran e45 di rpm 5000 yaitu 0,69 l/h dengan sfc 0,117 kg/kwh. Timing pengapian modifikasi  $18^\circ$  sebelum tma konsumsi bahan bakar paling irit juga di campuran e60 pada 5000 rpm 0,66 l/h lebih efisien 0,03 l/h dari timing pengapian standard dengan sfc 0,124 kg/kw

## 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] 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.
- [2] 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.
- [3] JIMMI LISTIAWAN, “PERFORMANSI MESIN SEPEDA MOTOR BERBAHAN BAKAR ETANOL MENGGUNAKAN BUSI STANDAR DAN BUSI IRIDIUM,” 2023.
- [4] M. Rafi *et al.*, “PENGARUH CAMPURAN BAHAN BAKAR PERTALITE DAN 50% ETHANOL DENGAN VARIASI IGNITION TIMING PADA PISTON ENGINE 1 CYLINDER,” 2022.
- [5] 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.
- [6] R. R. Rachman<sup>1</sup>, B. Junipitoyo<sup>2</sup>, 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.
- [7] 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>
- [8] 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.
- [9] M. Rifal and W. Rauf, “Analisis Penggunaan Bahan Bakar Etanol-Pertalite Pada Motor Honda Scoopy 110 cc,” 2022.
- [10] R. Khairi and H. Maksum, “PENGARUH PENGGUNAAN CAMPURAN BAHAN BAKAR PREMIUM-ETANOL TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DAN EMISI GAS BUANG PADA MOTOR BENSIN EMPAT LANGKAH,” 2020.
- [11] O. Kurdi, “ASPEK TORSI DAN DAYA PADA MESIN SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH DENGAN BAHAN BAKAR CAMPURAN PREMIUM-METHANOL,” 2019.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] W. Ruslan, I. Gede, E. Lesmana, and D. R. Safitri, “Analisis Pengaruh Waktu Pengapian untuk Bahan Bakar Pertalite terhadap Kinerja Motor Honda Beat Karburator,” 2019.
- [15] 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 perormansi dan emisi gas buang engine honda CB150R berbahan bakar E50,” 2021.

**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.*