

Analysis of the Comparative Effect of Injection Timing Using Variations Pertamax and Ethanol Fuel on Torque, Power, and Efficiency on the Honda Matic 110CC Motorcycle

[Analisis Pengaruh Perbandingan Timing Injeksi Menggunakan Variasi Bahan Bakar Pertamax dan Etanol Terhadap Torsi, Daya, dan Efisiensi di Motor Matic 110CC]

Saiful Bahri¹⁾, A'rasy Fahrudin²⁾

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. *The study aims to determine the comparison of injection timing using fuel and ethanol variations on torque, power, and efficiency in 110Cc matic motorcycle. Experimental tests were carried out on a 110cc Matic engine with standard 110cc Matic injection timing and a 110cc Matic engine with modified injection timing. Both experimental tests used ethanol and Pertamax fuel. The fuel mixtures that will be tested include variations of 15%:85%, 30%:70%, 45%:55%, 60%:40%, 70%:30%, & 80%:20% (ratio of Ethanol: Pertamax).*

Keywords - *Injection Timing; Pertamax Fuel; Ethanol; Torque, power and efficiency.*

Abstrak. *Penelitian bertujuan untuk mengetahui perbandingan timing injeksi menggunakan variasi bahan bakar dan etanol terhadap torsi, daya, dan efisiensi di motor honda matic 110CC. Pengujian eksperimen dilakukan pada mesin Matic 110cc dengan timing injeksi standar Matic 110cc dan mesin Matic 110cc dengan timing injeksi yang diubah. 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) dan memerlukan alat dynotest untuk menguji daya, torsi, dan efisiensi.*

Kata Kunci - *Timing Injeksi; Bahan Bakar Pertamax; Etanol; Torsi, daya dan efisiensi*

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini teknologi di Indonesia semakin besar, terutama di era modern ini, populasi manusia semakin meningkat dan teknologi pun semakin berkembang terutama penggunaan alat transportasi darat yang disebut dengan sepeda motor, transportasi sepeda motor ini sangatlah banyak, sepeda motor ini mempunyai tenaga mesin yang di gerakkan dengan adanya minyak bahan bakar, peningkatan jumlah sepeda motor sejalan dengan peningkatan konsumsi bahan bakar karena pasokan bahan bakar di Indonesia semakin menurun[1]. Sepeda motor saat ini pun meluncurkan sistem bahan bakar electronic fuel injection (EFI) atau sistem injeksi di kembangkan dengan tujuan menggantikan peran dari sistem bahan bakar konvensional yaitu (karburator) [2]. Diharapkan bahwa penggunaan sistem EFI akan menghasilkan daya tinggi dan mengurangi emisi gas buang jika dibandingkan dengan sistem karburator. Teknologi EFI memiliki keunggulan dalam hal efisiensi konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi[3].

Saat menipisnya bahan bakar yang ada di Indonesia Salah satunya bahan bakar alternatif saat ini adalah penggunaan etanol. Etanol merupakan sumber energy terbarukan yang bersifat ramah lingkungan[4]. Etanol tergolong bahan bakar yang memiliki nilai oktan yang sangat tinggi, mencapai pembakaran yang lebih efisien, dengan mengurangi emisi karbon monoksida (CO) dan meningkatkan emisi karbondioksida (CO₂)[5]. Namun demikian etanol sebagai bahan bakar alternatif masyarakat belum menerapkannya karena masih dalam tahap uji coba [6]. Jika ingin menggunakan Ethanol dalam mesin pembakaran dalam, perlu melakukan beberapa perubahan pada mesin. Hal ini dikarenakan ethanol memiliki tingkat oktan yang tinggi. Modifikasi yang dapat dilakukan termasuk meningkatkan rasio kompresi di ruang bakar, memodifikasi sistem penyediaan bahan bakar, dan menyesuaikan waktu pengapian serta durasi injeksinya[7].

Etanol memiliki nilai kalor sekitar 60% lebih rendah dibandingkan bensin, tetapi memiliki nilai Research Octane Number (RON) yang lebih tinggi. Oleh karena itu, untuk menggunakannya, perlu tekanan yang lebih tinggi dan sinkronisasi yang baik antara waktu injeksi dan waktu pengapian. Ini memerlukan penggunaan Electronic Control Unit (ECU) / ECM yang dapat diprogram untuk mengatur durasi injeksi dan waktu pengapian[8]. Dengan demikian etanol memiliki peluang yang menjanjikan sebagai alternative untuk menggantikan bahan bakar bensin[9]. Untuk itu

penerapan etanol di sepeda motor ini untuk melihat berapa durasi yang di keluarkan oleh injeksi atau di sebut durasi injeksi dengan waktu atau cepatnya penyemprotan yang di lakukan oleh injeksi, ECM akan mengendalikan durasi injeksi berdasarkan informasi yang diterima dari berbagai sensor [10] mengharuskan adanya tekanan tinggi, rasio kompresi yang lebih tinggi, dan membutuhkan sinkronisasi antara waktu pengapian dan waktu injeksi.

Pada penelitian ini dilakukan sebuah pengujian pada motor Matic 110cc dengan menggunakan bahan bakar etanol .untuk pengoprasian menggunakan bahan bakar etanol harus di lakukan beberapa modifikasi pada kendaraan Matic 110cc meliputi timing injeksi (injection timing) . Penerapan bahan bakar etanol pada Matic 110cc bertujuan untuk mendapatkan data berupa torsi, daya, dan efisiensi.

II. METODE

Pengujian elkspeprimeln dilakukan pada melsin Matic 110cc delngan timing injeksi standar Matic 110cc dan mesin Matic 110cc dengan timing injeksi yang diubah. Kedua pengujian eksperimen menggunakan bahan bakar eltanol 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 (K93)

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 limit RPM di 9500

3. Mengukur konsumsi bahan bakar yang dihabiskan selama 1 menit pengujian pada 3 mode RPM 2000, 4000, 5000

4. Melakukan pengolahan data hasil pengujian dan membandingkan dengan setiap campuran bahan bakar yang digunakan.



Gambar 1. Proses uji coba bahan bakar pertamax dan etanol

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:

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

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:

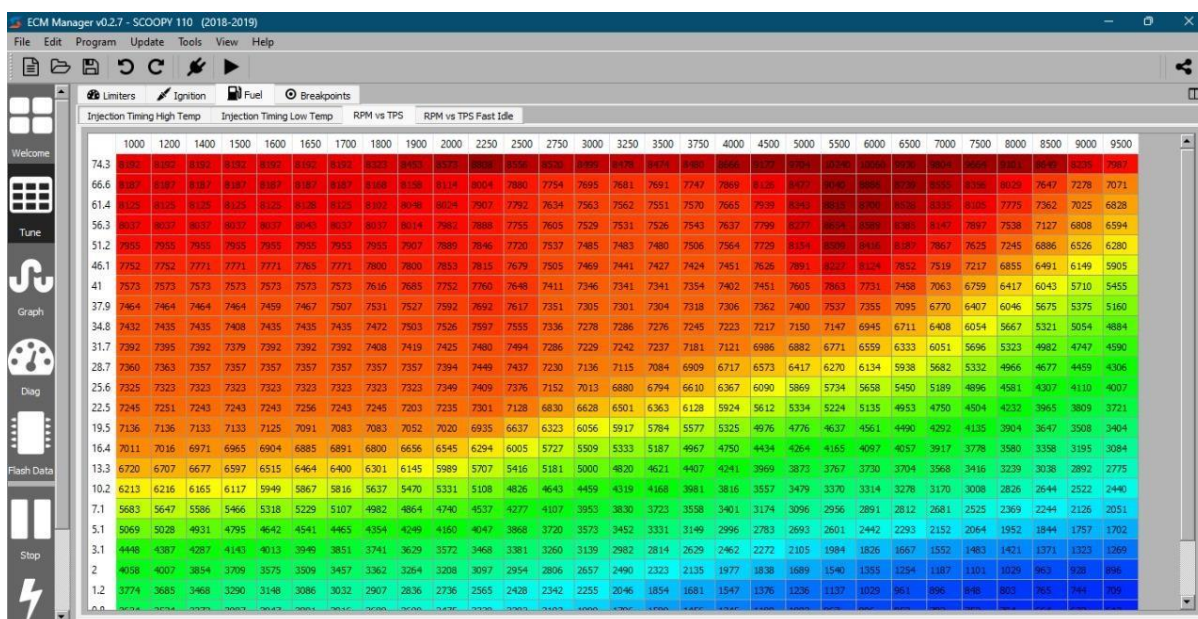
$$\text{RON} = (\text{Etanol}\% \times \text{Ron etanol}) + (\text{Pertamax}\% \times \text{Ron pertamax}) \quad \text{RON} = (E45\% \times 105) + (P55\% \times 92)$$

$$\text{RON} = 47,25 + 50,6$$

$$\text{RON} = 97,85.$$

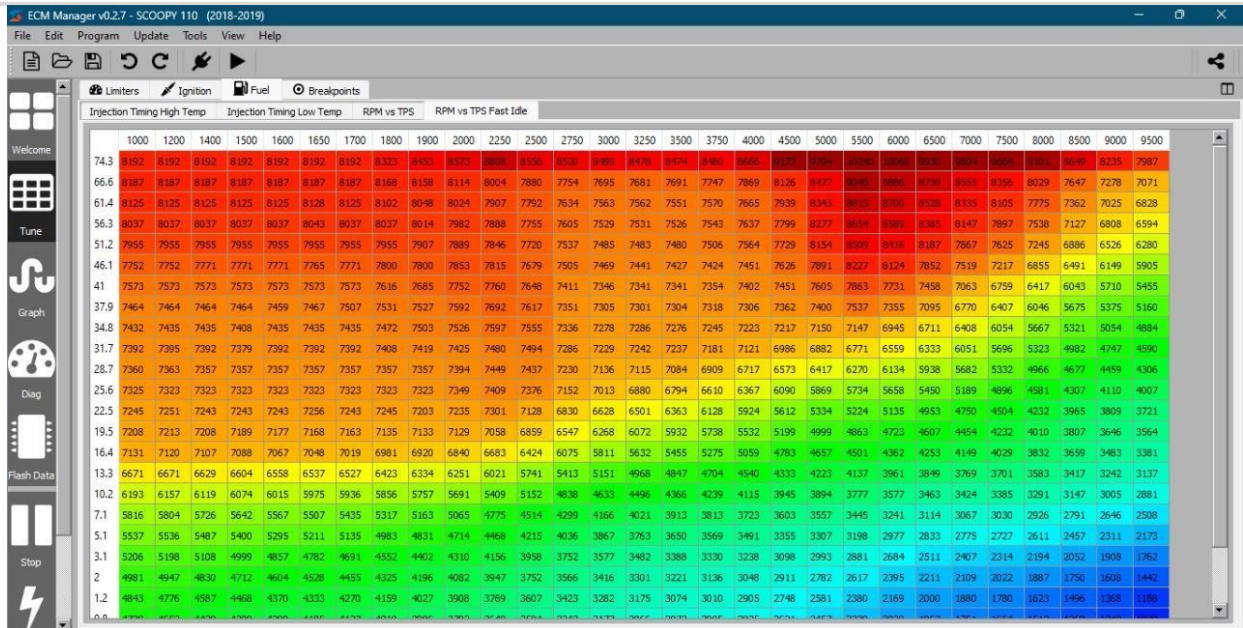
B. Proses modifikasi timing injeksi

pada penelitian ini juga merubah ataupun memodifikasi timing injeksi dengan mengacu pada oktan pengujian yang tinggi. Maka dari itu untuk merubah system timing injeksi pada mesin matic 110cc peneliti menggunakan scanner ECM guna mengatur timing injeksi yang bisa disesuaikan dengan kondisi bahan bakar yang diuji, pada penelitian ini mengubah dari standardnya timing injeksi Matic 110cc dan akan dirubah menjadi



Gambar 2. Grafik ecm matic 110cc (k93) standard

Gambar diatas ialah grafik pada ecm matic 110cc standard dimana timing injeksi belum dirubah



Gambar 3. Grafik ECM matic 110cc modifikasi

Pada gambar 3.2 ialah grafik ECM setelah dimodifikasi dimana timing injeksi sudah dimodifikasi dan terlihat sebuah perbedaan

C. Perhitungan

Berikut adalah contoh perhitungan unjuk kerja mesin untuk variasi ECM modifikasi berbahan bakar Etanol E45 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:

- Torsi =8,01Nm
- Putaran engine = 5000rpm= 83,33rps
- Rumus :
 $Bhp = 2 \times \pi \times n \times T$
 $Bhp = 2 \times 3,14 \times 83,33 \times 8.01 \text{ Nm}$

S

$Bhp = 4191 \text{ watt} = 4,191 \text{ KW}$

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:

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

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.

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

$$mbb = \frac{798 \frac{kg}{m^3} \times 6,6 \cdot (10^{-4}) m^3}{h}$$

$$mbb = 0,526 \text{ kg/h}$$

$$SFC = \frac{0,526 \frac{kg}{jam}}{4191 \text{Wa}} \times \frac{1000 \text{ watt}}{1k}$$

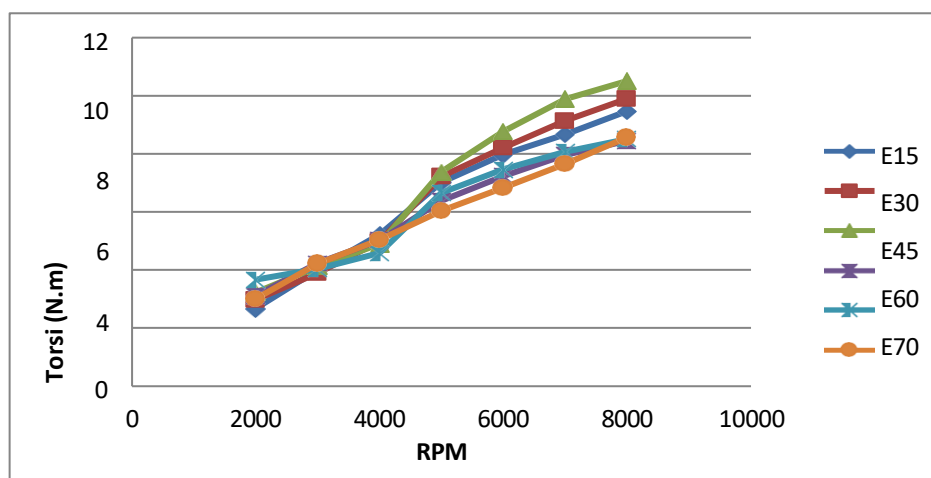
$$= 0,125 \text{ kg/kwh}$$

D. Hasil Uji

Setelah melakukan proses pencampuran bahan bakar dan proses modifikasi pada timing injeksi, lalu dilanjutkan dengan proses 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 injeksi standard dengan berbagi variasi campuran bahan bakar Etanol. Berikut merupakan data hasil dynotest menggunakan timing injeksi standard dengan variasi campuran bahan bakar etanol. Pengujian ini dilakukan pada putaran RPM 2000 hingga 8000 RPM dengan interval 1000 RPM

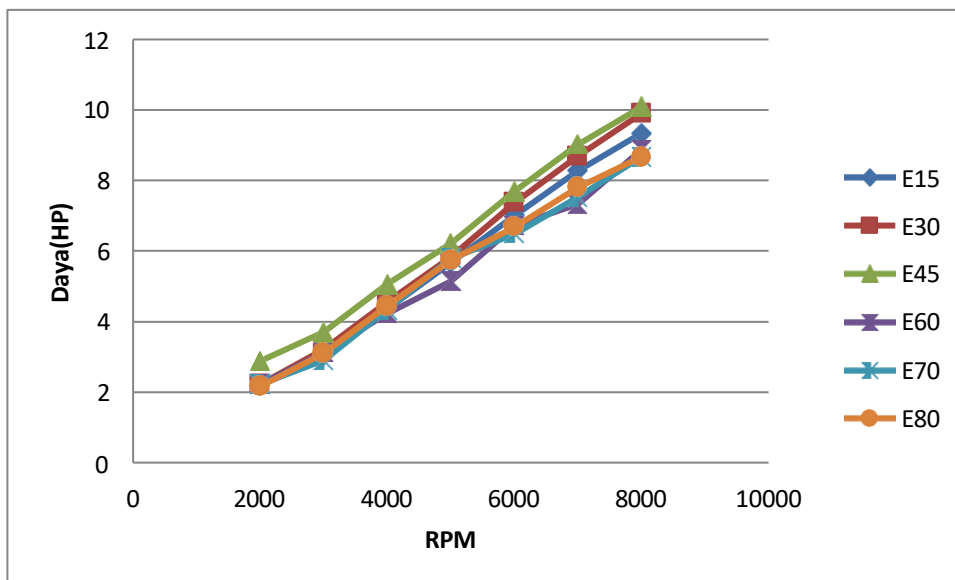
Torsi Timing Injeksi Standard



Grafik 4. perbandingan torsi dan RPM pada variasi campuran etanol dengan Timing injeksi standard.

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 injeksi 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 Injeksi Standard**

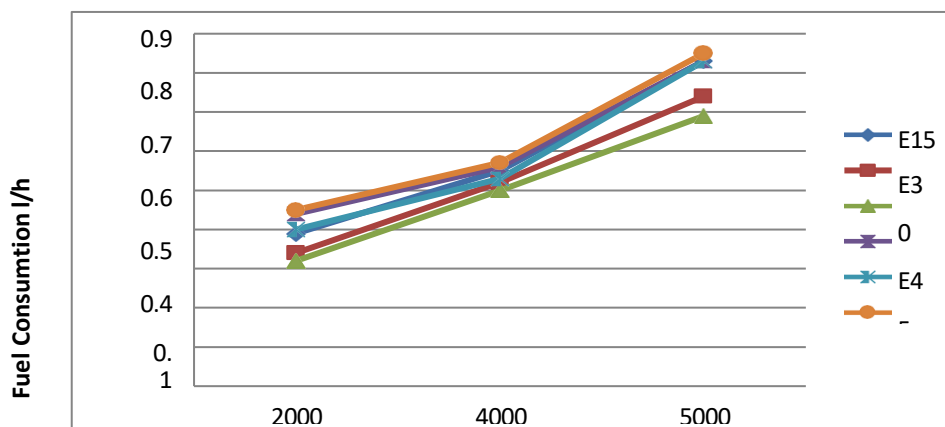


Gambar 5. Perbandingan Daya dan RPM pada variasi campuran bakar Etanol dengan menggunakan timing injeksi standard.

Dari grafik diatas menunjukkan trendline daya engine pada tiap putaran yang dilakukan dengan variasi campuran bahan bakar dan timing injeksi standard. Daya yang dihasilkan engine perlahan mengalami peningkatan pada RPM 2000 hingga 8000 RPM. Pada saat timing injeksi standard, 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 mengaami puncak peningkatn 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 Injeksi Standard**

Analisa konsumsi baha bakar, konsmsi baha bakar pemakaian baha 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.

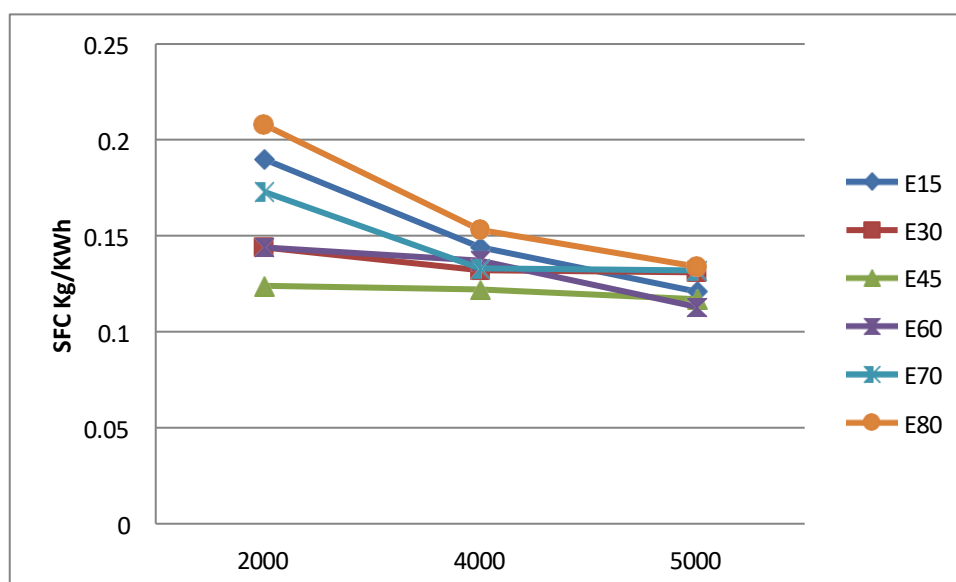


Gambar 6. perbandinga grafik FC vs RPM pada variasi campuran bahan bakar dengan menggunakan timing injeksi standar

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 injeksi tersebut masih dalam toleransi sesuai dengan timing injeksi standard. 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 injeksi standard dan rasio kompresi standard sangat tidk cocok karena menyebabkan terjadinya pembakaran tidak sempurna sehingga boros bahan bakar.

• SFC Timing Injeksi Standard

Analisa konsumsi bahan bakar spesifik(sfc) konsumsi bahan bakar specific 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.

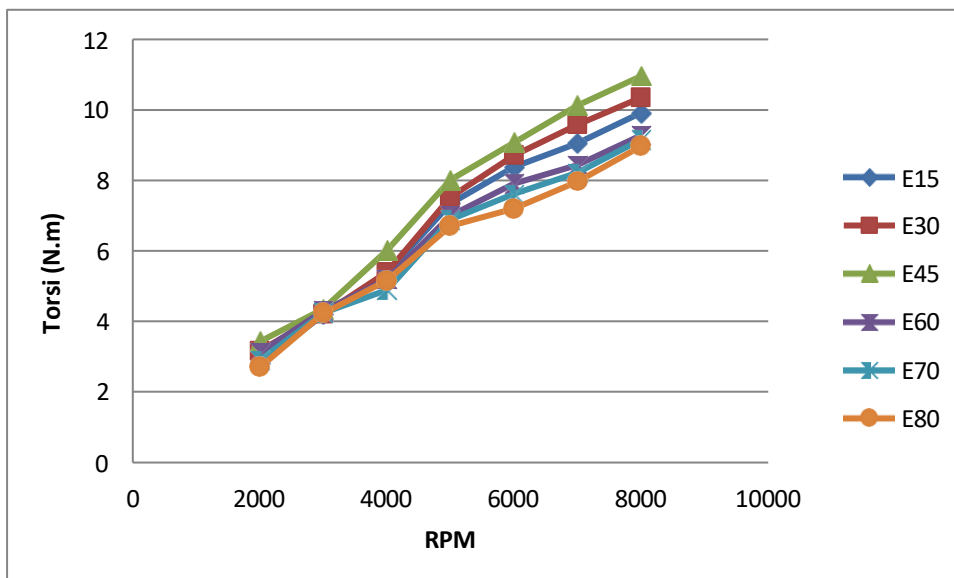


Gambar 7. SFC vs RPM timing injeksi standard

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 Injeksi Modifikasi

Data yang didapat setelah melakukan dynotest menggunakan timing injeksi modifikasi dengan menggunakan 6 variasi campuran bahan bakar etanol dan pertamax pada mesin Honda Matic 110 CC. Pengujian ini dilakukan pada 2000 hingga 8000 RPM dengan interval 1000 RPM

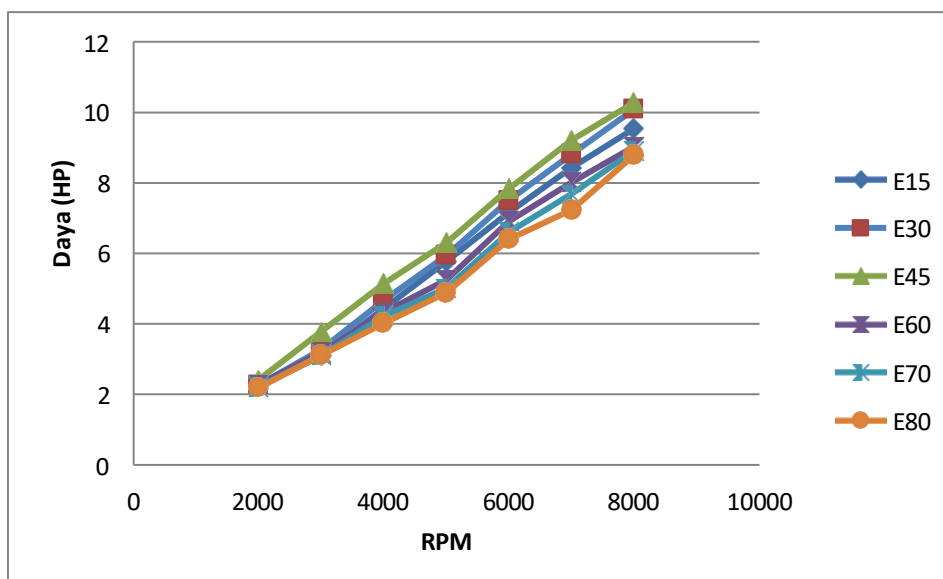


Gambar 8. Perbandingan Torsi vs RPM Pada Timing injeksi modifikasi

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 **Gambar 8** 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 9,56N.m begitu juga pada campuran bahan bakar E30, E60, E70, E80 hingga puncaknya terjadi di campuran bahan bakar E45 yang didapatkan torsi sebesar 10,7 N.m hal ini disebabkan karena pengaruh nilai oktan yang oktan yang setara dengan 97,85 serta timing injeksi yang sudah dimodifikasi.

- **Daya Timing Injeksi 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.

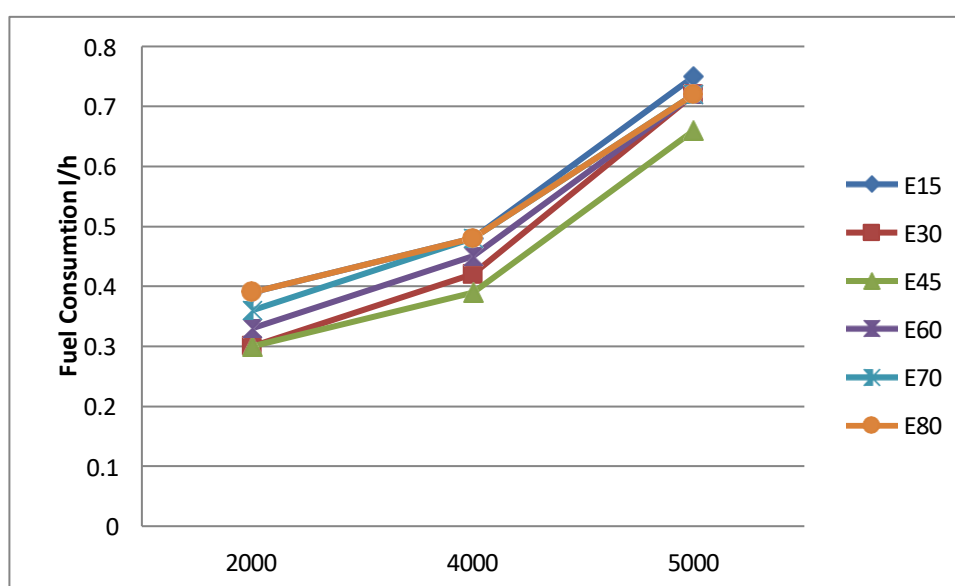


Gambar 9. Perbandingan Daya vs RPM Pada Timing Injeksi Modifikasi.

Dari grafik diatas menunjukkan trendline daya engine pada tiap putaran yang dilakukan dengan variasi campuran bahan bakar dan timing injeksi modifikasi. Daya yang dihasilkan engine perlahan mengalami peningkatan pada RPM 2000 hingga 8000 RPM. Pada saat timing injeksi modifikasi semua mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya putaran mesin. Pada timing injeksi 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 injeksi modifikasi. Sedangkan pada E60, E70, E80 nilai oktan terlalu tinggi yang menyebabkan pembakaran tidak sempurna

• Fuel Consumption Pada Timing Injeksi Modifikasi

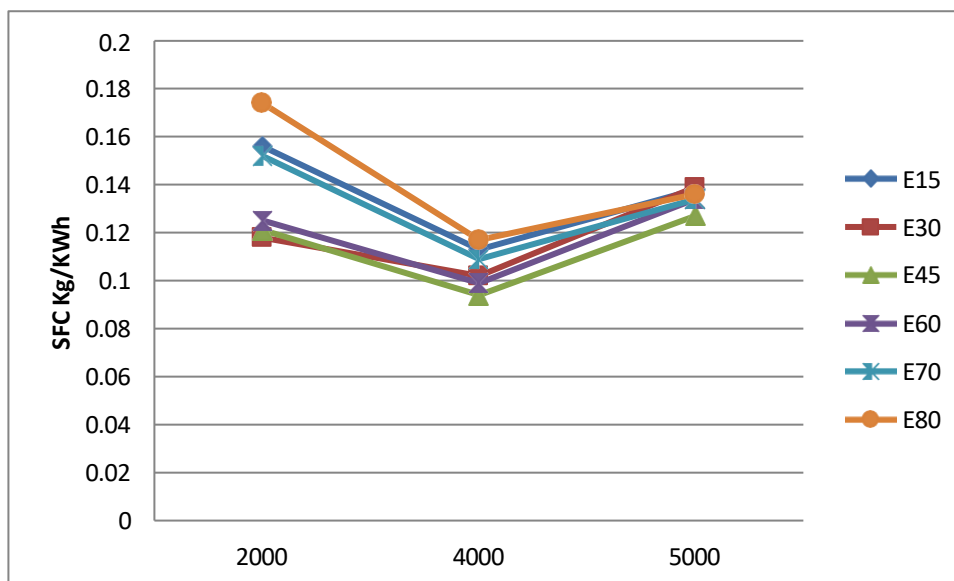
Analisa konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar pemakaian bahan bakar perliter pada satuan jam (l/h). Nilai konsumsi bahan bakar bergantung pada campuran udara dan bahan bakar yang terbakar pada ruang bakar dengan semakin sempurna proses pembakaran maka fuel consumption yang dihasilkan akan semakin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



Gambar 10. Perbandingan FC vs RPM

Grafik 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 injeksi maka puncak terendah dari grafik fc cenderung bergeser ke kanan. Dari grafik diatas menunjukkan pada variasi campuran E15 mengalami konsumsi bahan bakar 0,75 l/h. Akan tetapi FC paling bagus ditunjukkan oleh variasi bahan bakar E45 yaitu sebesar 0,66 l/h

- **SFC Timing Pengapian Modifikasi**



Gambar 11. SFC Terhadap RPM pada Timing injeksi Modifikasi

Grafik 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 injeksi modifikasi.

IV. KESIMPULAN

1. Pengaruh Timing Injeksi Terhadap performa

Timing injeksi terhadap performa mesin HONDA MATIC 110CC berbahan bakar campuran etanol, dengan hasil sebagai berikut: Timing injeksi standard mengalami kenaikan torsi pada campuran bahan bakar E45 pada 8000 RPM yaitu sebesar 10.51 N.m naik 0,97 N.m daripada menggunakan bahan bakar pertamax dengan RON 92 pada timing injeksi 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 injeksi standard.

Timing injeksi modifikasi mengalami puncak kenaikan torsi pada E45 di 8000 RPM yaitu 10,7 N.m naik 1,16N.m dibandingkan dengan timing injeksi 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 injeksi standard konsumsi bahan bakar paling irit di campuran E45 di rpm 5000 yaitu 0,69 l/h dengan sfc 0,117 Kg/KWh. Timing injeksi modifikasi konsumsi bahan bakar paling irit juga di campuran E45 pada 5000 rpm 0,66 l/h lebih efisien 0,03 l/h dari timing injeksi standard dengan sfc 0,125 Kg/KWh

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada program studi teknik mesin universitas muhammadiyah sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat serta para rekan aslab dan juga teman-teman yang telah membantu untuk menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] S. Mustofa, F. Abdillah, dan S. Mahendra³, “Analisis Penambahan Fuel Adjuster Dan Variasi Bahan Bakar Terhadap Performa Dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Matic 4 Tak 110 Cc,” vol. 4, no. 1, hal. 58, 2022.
- [2] D. R. B. Syaka, I. Mahir, dan 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, hal. 1–9, 2023, doi: 10.21009/jkem.8.1.1.
- [3] M. A. Afwan dan W. D. Rahardjo, “Pengaruh Penggunaan ECU Standar dan ECU Juken dengan Variasi Injektor Terhadap Torsi dan Daya Sepeda Motor Yamaha V-ixion,” Automot. Sci. Educ. J. 9, vol. 1, no. 2, hal. 25–30, 2020.
- [4] B. Junipitoyo dan M. Rifai, “Performa Mesin Bensin Berbahan Bakar Ethanol 50 dengan Pengaturan Kompresi Rasio dan Durasi Injeksi,” J. Penelit., vol. 2, no. 4, hal. 249–253, 2017, doi: 10.46491/jp.v2e4.57.249-253.
- [5] M. E. Prastyo, S. Mahendra, dan B. Ariwibowo, “Uji Performa Sepeda Motor Injeksi Matic Yang Menggunakan Campuran Premium Dengan Etanol,” J. Vocat. Educ. Automot. Technol., vol. 4, no. 1, hal. 27– 35, 2022.
- [6] J. Winarno, “Studi Eksperimental Motor Bensin Joko Winarno,” 2011.
- [7] F. T. Industri, “Bakar Terhadap Unjuk Kerja Dan Emisi Gas Buang Engine Honda Cb150R Ratio and Duration of Fuel Injection Effects on Honda Cb150R Engine Performance and Exhaust Emission,” 2016.
- [8] D. Hartono, M. Paloboran, dan B. Sudarmanta, “Studi eksperimental pengaruh mapping waktu pengapian dan mapping durasi injeksi serta rasio kompresi terhadap performansi dan emisi gas buang engine honda CB150R berbahan bakar E50,” J. Tek. Mesin Indones., vol. 12, no. 2, hal. 77–82, 2018, doi: 10.36289/jtmi.v12i2.76.
- [9] M. S. Firmansyah, W. Purwanto, H. Maksum, A. Arif, dan M. Y. Setiawan, “Analisis Emisi Gas Buang (CO , CO₂ dan HC) pada Sepeda Motor FI dengan Variasi Saat Pengapian , Saat Penginjeksian dan Jenis Bahan Bakar Analysis Exhaust Emissions (CO , CO₂ and HC) on FI Motorcycle with Variations in Ignition Timing , Injector Timing,” hal. 145–158, 2023.
- [10] M. J. Irawan, M. Harly, J. T. Mesin, F. Teknik, dan U. N. Malang, “PENGARUH MODIFIKASI DUAL INJEKTOR DENGAN MODEL PENYEMPROTAN IDLE , MID DAN FULL LOAD TERHADAP DAYA DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MESIN SEPEDA MOTOR HONDA VARIO 150 CC Motor bensin termasuk motor pembakaran dalam (internal combustion engine) yang merupak,” vol. 7, no. 1, hal. 1– 6, 2023.

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.