Otopro Volume 20 No. 2 Mei 2025 hal. 44-50
P-ISSN: 1858-411x; E-ISSN: 2685-7863
DOI: 10.26740/otopro.v20n2.p44-50 https://journal.unesa.ac.id/index.php/jo
(Jurnal ini memuat tulisan hasil reviu, penelitian, dan pemikiran tentang bidang teknik mesin dan aplikasinya)

ANALISIS PENGARUH PERBANDINGAN TIMING INJEKSI MENGGUNAKAN VARIASI BAHAN BAKAR PERTAMAX DAN ETANOL TERHADAP PERFORMA MOTOR MATIC 110CC

Saiful Bahri[1], A'rasy Fahruddin[2*], Prantasi Harmi Tjahjanti[3], Iswanto[4]

[1,2,3,4] (Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia)
[1]saifulbahri@gmail.co.id
[2]arasy.fahruddin@umsida.ac.id
[3]prantasiharmi@umsida.ac.id
[4]iswanto@umsida.ac.id

Abstrak— Penerapan etanol sebagai bahan bakar alternatif perlu terus diteliti untuk menghadapi krisis energi maupun krisis lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan timing injeksi menggunakan variasi pertamax dan etanol terhadap torsi, daya, dan efisiensi di motor matic 110cc. Pengujian dilakukan secara eksperimen dengan variasi persentase perbandingan campuran etanol pertamax sebesar: 15:85, 30:70, 45:55, 60:40, 70:30, dan 80:20. Timing injeksi dimodifikasi menggunakan software ECM. Pengujian torsi dan daya menggunakan alat dynotest. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya meningkat sebesar 1,01 kW pada campuran E45 dibandingkan timing standar, dengan SFC mencapai 0,125 kg/kWh.

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

Abstract—*The application of ethanol as an alternative fuel needs to be continuously studied to face the energy crisis and environmental crisis. This study aims to determine the comparison of injection timing using pertamax and ethanol variations on torque, power, and efficiency in a 110cc automatic motorbike. Testing was carried out experimentally with variations in the percentage of pertamax ethanol mixture of: 15:85, 30:70, 45:55, 60:40, 70:30, and 80:20. Injection timing was modified using ECM software. Torque and power testing used a dynotest tool. The test results showed that power increased by 1.01 kW in the E45 mixture compared to standard timing, with SFC reaching 0.125 kg/kWh.*

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

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 konvesial 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 [4-5]. 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 (CO_2) [6-7].

Namun demikian etanol sebagai bahan bakar alternatif masyarakat belum menerapkannya secara umum karena masih dalam tahap uji coba [8]. Jika ingin menggunakan Ethanol dalam mesin pembakaran dalam, perlu melakukan beberapa perubahan pada mesin. Hal ini dikarenakan ethanol memiliki tingkat oktan atau nilai Research Octane Number (RON) yang tinggi [9]. Akan tetapi etanol memiliki nilai kalor sekitar 60% lebih rendah dibandingkan bensin dan

nilai air fuel ratio yang berbeda [10-11]. Oleh karena itu, untuk menggunakannya perlu kompresi yang lebih tinggi dan pengaturan yang baik antara waktu injeksi dan waktu pengapian. Pengaturan dapat dilakukan dengan modifikasi durasi cam, modifikasi program pada Electronis Control Unit (ECU) / ECM, maupun pengaturan sensor [12-15]. Akan tetapi pengaturan yang paling mudah adalah modifikasi program pada ECM untuk mengatur durasi injeksi dan waktu pengapian.

Etanol memiliki peluang yang menjanjikan sebagai alternative untuk menggantikan bahan bakar bensin. Akan tetapi penggunaan Etanol 100 persen memerlukan modifikasi yang besar [9]. Padahal etanol belum tersedia secara luas. Sehingga perlu diteliti penggunaan etanol dengan campuran bahan bakar yang umum yaitu pertamax tanpa perlu melakukan ubahan yang besar. Pada penelitian sebelumnya telah diuji campuran etanol 50 persen [10], akan tetapi belum diteliti persentasi campuran etanol-pertamax dengan timing injeksi yang terbaik.

Pada penelitian ini dilakukan sebuah pengujian pada motor Matic 110cc dengan menggunakan bahan bakar campuran etanol – pertamax disertai modifikasi *timing* injeksi (*injection timing)*. Penerapan bahan bakar etanol pada Matic 110cc bertujuan untuk mendapatkan data berupa torsi, daya, dan efisiensi.

METODE

Pelnguljian elkspelrimeln dilakulkan pada melsin Matic 110cc delngan *timing* injeksi standar Matic 110cc dan mesin matic 110cc dengan *timing* injeksi yang dimodifikasi pada posisi TPS 0 hingga 19,5. Kedua pengujian eksperimen menggunakan bahan bakar eltanol dan pertamax. Perbandingan campuran bahan bakar Etanol: Pertamax yang akan diuji yaitu dengan variasi 15:85, 30:70, 45:55, 60:40, 70:30, dan 80:20.

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 berupa eddy current chassis dynotest untuk menguji performa mesin kendaraan motor berupa power/daya dan torsi.

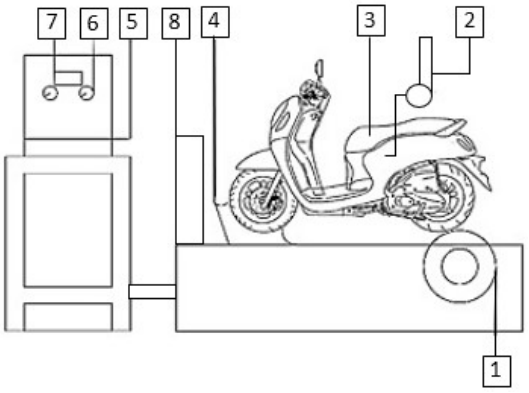
3. Injection pump

Pompa injeksi berfungsi untuk mensupplay bahan bakar ke nozel dengan tekanan tinggi, serta untuk menentukan timing penyemprotan dan jumlah bahan bakar yang disemprotkan. Dilengkapi gelas ukur untuk mengukur konsumsi bahan bakarnya.

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.

Skema pengujian ditunjukkan seperti pada Gambar 1.



Gbr1. Skema pengujian performa motor.

Keterangan:
1) Dynamometer
2) Gelas ukur dengan pompa bensin
3) Sepeda motor
4) Penahan Motor
5) Komputer
6) Tachnometer
7) Torsiometer
8) Fan pendingin.

HASIL DAN DISKUSI

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%, dan 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:

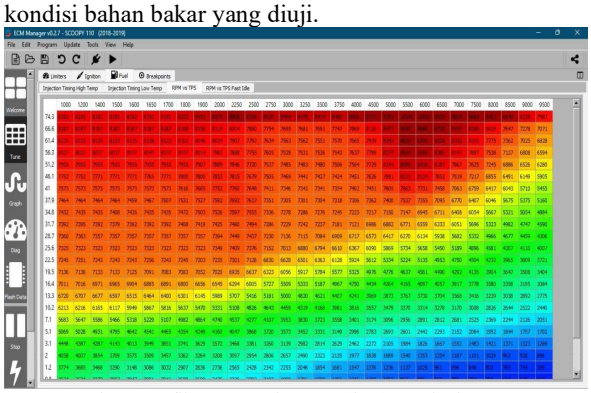
RON*=(Etanol%x Ron etanol)+(Pertamax%x Ronpertamax)*

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:

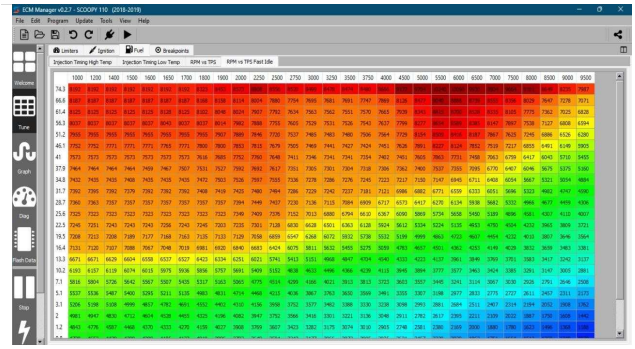
RON *= (Etanol% x Ron etanol)+(Pertamax% x Ron pertamax)*
RON = (E45% x 105) + (P55% x 92)
RON = 47,25 + 50,6
RON = 97,85

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.



Gbr 2. Grafik ECM matic 110cc (k93) standard



Gbr.3 Grafik ECM matic 110cc modifikasi

Pada Gambar 2 ialah grafik pada ECM matic 110cc standard dimana timing injeksi belum dirubah. Gambar 3 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 = 8,01 N.m
- Daya = 5,62 hp = 4,191 kW
- Putaran Mesin = 5000 rpm
- Waktu Konsumsi Bahan Bakar = 60 sec
- FC = 0,66 l/h

Perhitungan Daya

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

Bhp = 2.π.N.T
Bhp = 2 x 3,14 x 83,33 x 8.01 Nm
Bhp = 4191 watt = 4,191 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:

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

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.

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

$$\text{mbb} = \frac{798\frac{kg}{ms}\ x6.6(10^{-4})m^3}{\text{h}}$$

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

$$\text{SFC} = \frac{0{,}526\ kg/jam}{4191\ \text{watt}}\ X\ \frac{1000\ watt}{1\ \text{kw}}$$

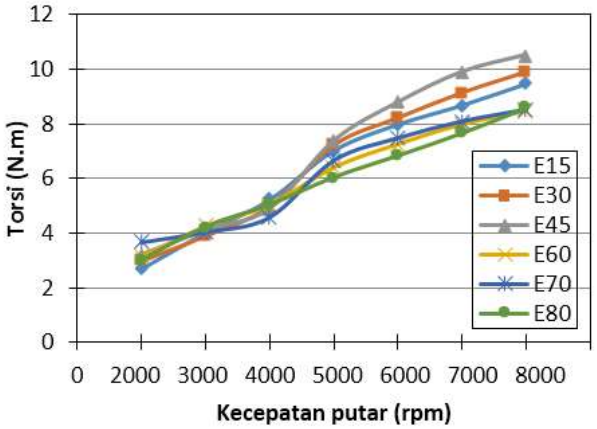
$$\text{SFC} = 0{,}125\ kg/kwh$$

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 sebagi berikut.

Torsi Timing Injeksi Standard

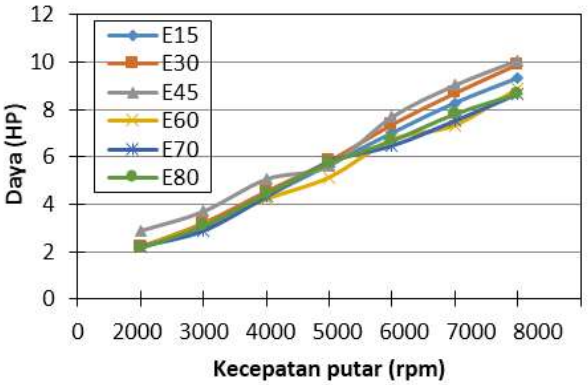
Dari gambar 4 terlihat adanya kenaikan torsi mulai dari putaran rendah hingga putaran puncak pada putaran tertentu. Pada campuran E15 mengalami kenaikan hingga puncaknya pada campuran E45 di 10,51 N.m. hal ini dikarenakan pada campuran tersebut mengandung oktan sekitar 97 yang merupakan batas wajar pada 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.



Gbr.4 Grafik Perbandingan Torsi dan rpm pada Variasi Campuran Etanol Dengan Timing Injeksi Standard.

Daya Timing Injeksi Standard

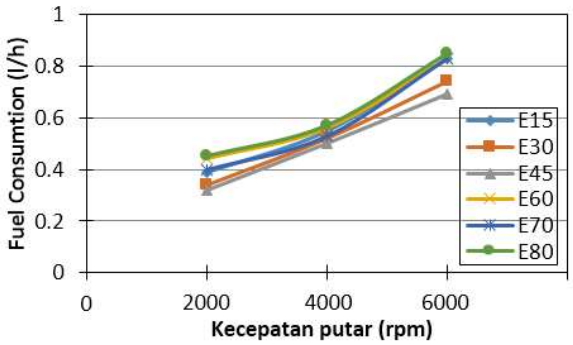
Gambar 5 menunjukkan trendline daya engine pada tiap putaran yang dilakukan dengan variasi campuran bahan bakar dan timing injeksi standard. Daya yang dihasilkan engine perlahan mengalami peningkatan pada rpm 2000 hingga 8000 rpm. Pada saat timing injeksi standard, daya yang paling bagus adalah pada campuran E45 di 8000 RPM, dengan melakukan variasi bahan bahan bakar maka daya yang diperoleh pada E15, E30 kurang maksimal kenaikannya, akan tetapi mengaami puncak peningakatn pada E45 pada 8000rpm yaitu sebebsar 10,08HP. Pada variasi bahan bakar E60, E70, E80 di 8000 rpm yaitu rata rata di 8,8HP.



Gbr.5 Grafik Perbandingan Daya dan rpm pada variasi campuran bakar Etanol dengan Menggunakan Timing Injeksi Standar.

Fuel Consumtion Timing Injeksi Standard

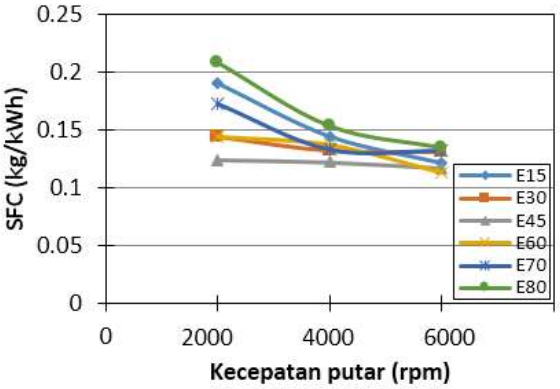
Analisa konsumsi bahan bakar, konsmsi bahan bakar pemakaian bahan bakar liter per satuan jam. Dengan semakin sempurnanya pembakaran maka FC yang dihasilkan semakin baik, hal ini juga dipengaruhi oleh campuran udara dan bahan bakar yang terbakar pada ruang bakar.



Gbr.6 Grafik Perbandingan Grafik FC vs RPM Pada Variasi campuran bahan bakar dengan menggunakan timing injeksi standard

SFC Timing Injeksi Standard

Analisa konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) konsumsi bahan bakar spesific 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.

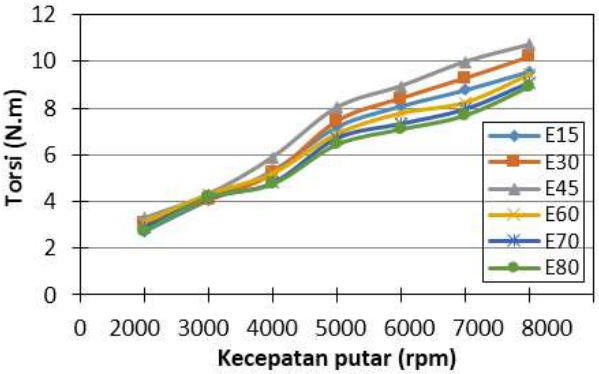


Gbr.7 Grafik SFC vs RPM Timing Injeksi Standard.

Gambar 7 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 pertambahan 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 Matic 110 cc. Pengujian ini dilakukan pada 2000 hingga 8000 rpm dengan interval 1000 rpm.

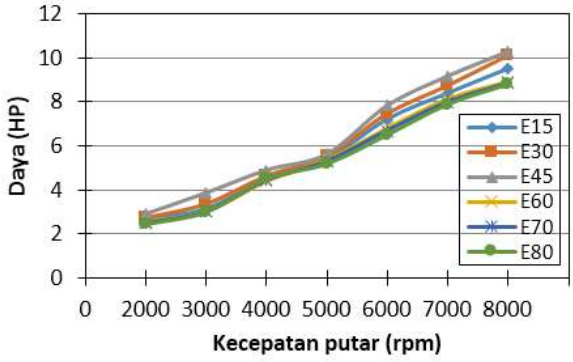


Gbr.8 Grafik Perbandingan Torsi vs RPM Pada Timing injeksi modifikasi

Gambar 8 menunjukkan 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. Didapatkan torsi tertinggi bergeser kekanan seiring bertmabhanya campuran bahan bakar dan putaran mesin. Pada campuran bakar E15 di rpm awal hingga putaran maksimal di rpm 8000 didapatkan torsi sebesar 9,56 N.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 anatara torsi dengan putaran poros.

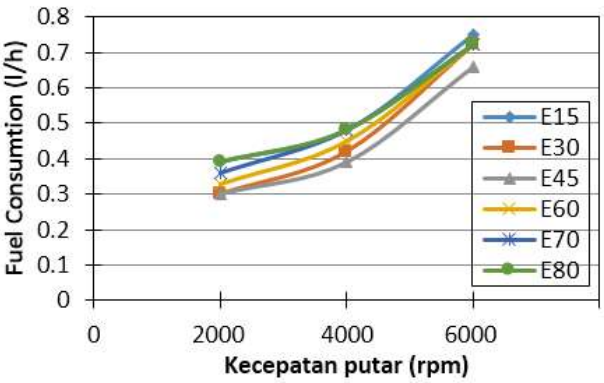


Gbr.9 Grafik Perbandingan Daya vs RPM Pada Timing Injeksi Modifikasi.

Gambar 9 menunukkan 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 bertambah nya 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 10,09 HP saja sedangkan daya standardnya ialah 8,7 HP. Peningkatan torsi paling bagus ialah pada E45 yakni 10,28 HP pada rpm 8000. Hal ini terjadi karena nilai oktan yang setara dengan 97,85 masih dalam batas wajar pada rasio kompressi standard dengan timing injeksi modifikasi. Sedangkan pada E60, E70, E80 nilai oktan terlalu tinggi yang menyebabkan pembakaran tidak sempurna.

Fuel Consumtion pada Timing Injeksi Modifikasi

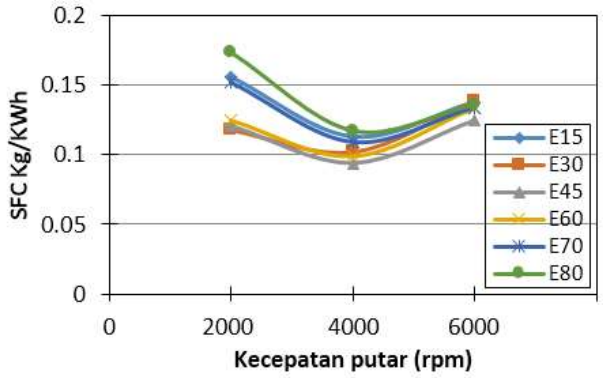
Analisa konsumsi bahan bakar, konsumsi bahan bakar pemakaian bahan bakar perliter pada satuan jam (l/h). Nilai konsumsi bahan bakar bergantung pada campuran udara dan bahan bakar yang terbakar pad ruang bakar dengan semakin sempurnanya proses pembakaran maka fuel consumtion yang dihasilkan akan semakin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



Gbr.10 Grafik perbandingan FC vs RPM.

Gambar 10 menunjukkan perubahan efisiensi seiring dengan bertambahnya putaran engine. Tinngi rendahnya konsumsi bahn bakar dalam teoritisnya dipengaruhinoleh besarnya yang dihasilkan oleh engine. Namun semakin bagus timing ineksi maka puncak terendah dari grafik fc cenderung bergeser ke kanan. Dari grafik diatas menunjukkan pada variasi campuran E15 mengalami konsumsi baha bakar 0,75 l/h. Akan tetapi FC paling bagus ditunjukkan oleh variasi bahan bakar E45 yaitu sebesar 0,66 l/h.

SFC Timing Injeksi Modifikasi



Gbr.11 Grafik SFC Terhadap RPM pada Timing injeksi Modifikasi

Gambar 11 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 pertambahan 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.

KESIMPULAN

Torsi meningkat dengan timing injeksi standard untuk campuran bahan bakar E45 pada 8000 rpm menjadi 10,51 N.m, meningkat sebesar 0,97 N.m bila dibandingkan penggunaan bahan bakar pertamax dengan RON 92 pada timing injeksi yang sama. Daya juga mengalami kenaikan untuk campuran E45 pada 8000 rpm yaitu 10,08 HP / 7,61 kW, meningkat sebesar 1,01 kW dibanding menggunakan bahan bakar pertamax pada timing injeksi standard.

Torsi meningkat dengan timing injeksi modifikasi untuk campuran bahan bakar E45 pada 8000 rpm menjadi 10,7 N.m, meningkat sebesar 1,16 N.m dibandingkan dengan timing injeksi standard dan menggunakan bahan bakar pertamax. Daya juga mengalami kenaikan untuk E45 pada 8000 RPM menjadi 10,28 HP / 7,66 kW.

Konsumsi bahan bakar dengan timing injeksi standard paling irit untuk campuran E45 di rpm 5000 yaitu 0,69 l/h dengan SFC sebesar 0,117 Kg/kWh. Pada timing injeksi modifikasi konsumsi bahan bakar paling irit juga untuk campuran E45 pada 6000 rpm yaitu sebesar 0,66 l/h dengan SFC 0,125 Kg/kWh, lebih efisien 0,03 l/h bila dibanding timing injeksi standard.

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] S. Mustofa, F. Abdillah, dan S. Mahendra[3], "Analisis Penambahan Fuel Adjuster dan Variasi Bahan Bakar Terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Matic 4 Tak 110 Cc," *J. Vocat. Educ. Automot. Technol*, 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 Pertamax," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 8, no. 1, hal. 1–9, 2023, doi: 10.21009/jkem.8.1.1.

[3] A. Fajariansyah, A. Fahruddin, and A. Bukhori, "Pengaruh Vaporasi Bahan Bakar Pertamax Terhadap Performa Sepeda Motor Dibandingkan dengan Pemanasan Biasa," *Rekayasa Energi Manufaktur*, vol. 1, no. 2, p. 1, 2017, doi: 10.21070/r.e.m.v1i2.550.

[4] S. M. D. Kolo, J. Presson, P. Amfotis, "Produksi Bioetanol sebagai Energi Terbarukan dari Rumput Laut Ulva reticulata Asal Pulau Timor", *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, vol. 17, no.2, 2021.

[5] 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.

[6] M. Rifal, R. Pido, N. S. Dera, "Pengaruh Campuran Bahan Bakar Ethanol Bensin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Pada Kendaraan Bermotor 125 cc Sistem Injeksi", *Gojise*, vol. 4, no. 2, 2021.

[7] 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.

[8] J. Winarno, "Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Bioetanol Pada Bahan Bakar Pertamax Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin,"*J. Teknik*, vol.1,no.1, 2011.

[9] R. F. D. Dharmawan, B. Sudarmanta, "Studi Eksperimen Pengaruh Rasio Kompresi dan Durasi Penginjeksian Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja dan Emisi Gas Buang Engine Honda CB150R Berbahan Bakar Bioetanol E100," repository.its.ac.id, 2016.

[10] D. Hartono, M. Paloboran, dan B. Sudarmanta, "Studi eksperimental pengaruh mapping waktu pengapian dan mapping durasi injeksi serta rasio kompresi terhadap perrformansi 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.

[11] A. Yusnawan, "Analisis Pengaruh Perbandingan Air Fuel Ratio (AFR) Terhadap Campuran Bahan Bakar Etanol Dari Tuak Pada Performa Mesin", Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri, 2024.

[12] 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", *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, hal. 145–158, 2023.
[13] A. Fakhruddin and A. Fahruddin, "The Effect of Using a Rocker Arm on the Performance and Efficiency of a 200cc 4 Stroke Motor," *Procedia Eng. Life Sci.,* vol. 1, no. 1, 2021, doi: 10.21070/pels.v1i1.804.
[14] M. A. Batutah, Suhariyanto, M. Syafiuddin, "Analisis Throttle Position Sensor (TPS) Standart dan Racing dengan Dua Variasi Bahan Bakar terhadap Kinerja Vario 125", *J. Manufact. in Ind. Eng. and Technology*, vol.3, no.1, 2024.
[15] A. D. Cahyo, F. A. Fiolana, Y. Salahuddin, "Remapping ECU Standar Pada Honda CBR 150R Menggunakan Driver FTDI FT232RL", Alinier Jurnal, vol. 4, no 2, 2023.