

ANALISA EMISI GAS BUANG PADA MESIN 4 LANGKAH 125 CC FI DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI CAMPURAN BAHAN BAKAR BIOFUEL DAN PERTAMAX TERHADAP LINGKUNGAN

ANALYSIS OF EXHAUST GAS EMISSIONS ON A 125 CC FI 4 STROKE ENGINE USING VARIATIONS OF BIOFUEL AND PERTAMAX FUEL MIXTURES ON THE ENVIRONMENT

SYAHRUL ANWAR ¹, AMIRAL AZIZ ² dan PULUNG FAJAR¹

¹Departemen Teknik Mesin Universitas Islam Assyafi'iyah Jakarta

²Badan Riset Dan Inovasi Nasional

Email : syahrulanwar.fst@uia.ac.id

ABSTRACT

Motor vehicle exhaust gas contains chemical compounds which have an adverse effect on humans and the environment if the amount exceeds the limit. As the number of motorized vehicles increases, the production of vehicle exhaust gas will also increase, which means that the air is increasingly polluted, which will endanger human health and the environment. Therefore, various kinds of research are being carried out so that vehicle exhaust gas is more environmentally friendly, for example creating electric or hybrid vehicles, improving fuel quality, and also mixing fossil fuels with organic fuels (biofuel). On this occasion the authors conducted research on vehicle exhaust gases where the fuel used is a mixture of Ethanol and Pertamina Turbo. All of the fuel variations mentioned above were tested using the idle engine speed of a 125 cc FI 4 stroke motorcycle engine. The method used is the experimental method. The parameters measured were carbon monoxide (CO) and hydrocarbon (HC) exhaust emissions. From the research results, the ideal mixture is 20% ethanol with 80% Pertamina Turbo.

Keywords : Ethanol, Pertamina Turbo, Exhaust Emissions.

ABSTRAK

Gas buang kendaraan bermotor mengandung unsur senyawa kimia yang mempunyai efek tidak baik untuk manusia dan lingkungan jika jumlahnya melampaui batas. Seiring meningkatnya jumlah kendaraan bermotor maka produksi gas buang kendaraan juga akan meningkat yang artinya udara semakin tercemar mengakibatkan kesehatan manusia dan lingkungan akan terancam. Oleh karena itu dilakukan berbagai macam penelitian agar gas buang kendaraan lebih ramah lingkungan, misalnya menciptakan kendaraan listrik atau hibrid, meningkatkan kualitas bahan bakar, dan juga melakukan pencampuran bahan bakar fosil dengan bahan bakar organik (biofuel). Pada kesempatan ini penulis melakukan penelitian tentang gas buang kendaraan dimana bahan bakar yang digunakan adalah campuran antara Etanol dengan Pertamina Turbo. Semua variasi bahan bakar tersebut di atas di uji menggunakan putaran mesin idle pada mesin sepeda motor 4 langkah 125 cc FI. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Parameter yang diukur adalah emisi gas buang Carbonmonoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC). Dari hasil penelitian campuran yang paling ideal adalah etanol 20% dengan 80% Pertamina Turbo.

Kata kunci : Etanol, Pertamina Turbo, Emisi Gas Buang.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

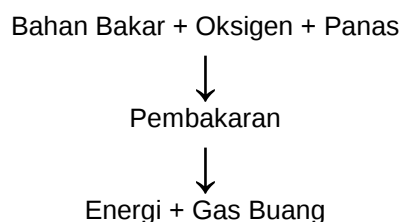
Di era modern saat ini kendaraan bermotor merupakan alat transportasi yang paling banyak digunakan, baik untuk masyarakat pribadi maupun perusahaan. Menurut data Badan Pusat statistik (BPS), jumlah kendaraan bermotor pada tahun 2022 adalah 148.261.817 kendaraan dimana peningkatan yang paling banyak adalah sepeda motor dengan jumlah 125.305.332 unit [1]

Seiring meningkatnya jumlah kendaraan bermotor saat ini umumnya kendaraan tersebut menggunakan bahan bakar minyak seperti premium, solar, dan sebagainya (Bahan Bakar Fosil). Hal ini akan berdampak terhadap lingkungan dimana emisi gas buang yang dihasilkan dari kendaraan tersebut mengandung zat racun. Bahan bakar nabati (Biofuel) menjadi solusi pengganti bahan bakar fosil yang jumlahnya makin menurun. Biofuel juga disinyalir lebih rendah kandungan emisi gas beracunnya di bandingkan dengan bahan bakar fosil. Maka dari itu pada jaman sekarang berkembang di masyarakat tren uji emisi terhadap kendaraan untuk melihat kinerja mesin. Kinerja mesin yang baik adalah konsumsi bahan bakar rendah serta menghasilkan kadar emisi yang rendah pula.

Motor bakar adalah alat yang berfungsi untuk mengkonversikan energi termal dari pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanis, dimana proses pembakaran berlangsung di dalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran bahan bakar yang terjadi langsung digunakan sebagai fluida kerja untuk melakukan kerja mekanis [2]

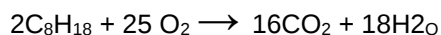
A. Proses pembakaran motor bakar bensin

Pembakaran terjadi karena adanya tiga komponen yang bereaksi, yaitu bahan bakar, oksigen dan panas, jika salah satu komponen tersebut tidak ada, maka tidak akan terjadi reaksi pembakaran.



Gambar 1 Skema Pembakaran Sempurna Pada Mesin Bensin [3]

Gambaran di atas merupakan reaksi pembakaran sempurna perbandingan udara dan bahan bakar 14,7 : 1. Persamaan reaksi pembakaran sempurna adalah sebagai berikut :



Dimana C_8H_{18} adalah bahan bakar yang digunakan adalah bensin, kemudian oksigen (O_2) dari udara. Setelah Pembakaran berlangsung maka terbentuk yang namanya gas buang yaitu karbon dioksida (CO_2) yang lepas ke udara dan air (H_2O).

Dimana komposisi udara terdiri dari oksigen (O_2) 21% volume, nitrogen (N_2) 78% Volume dan sisanya 1% volume terdiri atas gas macam-macam gas seperti argon (Ar) 0,94 volume dan karbon dioksida (CO_2) yang mana gas tersebut bermanfaat bagi kelangsungan makhluk hidup.

Gas buang terdiri dari zat yang tidak beracun seperti nitrogen (N_2), Karbon dioksida (CO_2), dan uap air (H_2O), dan zat beracun seperti karbon monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), oksida nitrogen (NO_x), Sulfur Oksida (SO_x), Zat debu Timbal (Pb), dan Partikulat. Komposisi zat pada gas buang yang dikeluarkan knalpot kendaraan adalah 72% N_2 , 18,1% CO_2 , 8,2% H_2O , 1,2% Gas mulia, 1,1% O_2 , dan 1,1% gas beracun yang terdiri dari 0,13% NO_x , 0,09 % HC, dan 0,9 % CO.

B. Pertamina Turbo

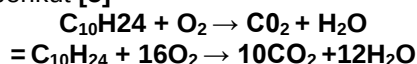
Pertamax Turbo adalah bahan bakar untuk kendaraan bermesin bensin yang dikembangkan bersama antara Pertamina dengan Lamborghini dan dirancang untuk memenuhi persyaratan mesin berteknologi tinggi. Pertamina Turbo pertama kali diluncurkan di Belgia sebagai bahan bakar resmi pada Lamborghini Supertrofeo European Series pada tanggal 29 Juli 2016. Pertamina Turbo kembali diluncurkan di Indonesia pada acara Gaikindo Indonesia International Auto Show (GIIAS) 2016. [4]

Pertamax Turbo dikembangkan dengan formula yang disebut Ignition Boost Formula (IBF) dengan angka oktan 98. Pertamina Turbo diproduksi dan diformulasikan oleh Pertamina untuk pasar Indonesia dan didesain dengan kualitas bahan bakar yang tinggi untuk kesempurnaan performa kendaraan. Mesin yang canggih tentu memerlukan bahan bakar yang berkualitas. Kendaraan keluaran terbaru yang dibuat dengan kompresi yang tinggi membutuhkan oktan bahan bakar yang juga tinggi. Untuk selalu memberikan kualitas bahan bakar yang baik, Pertamina memperkenalkan Pertamina Turbo dengan kualitas yang lebih baik dan performa yang lebih sempurna. Berikut ini adalah spesifikasi dari Pertamina Turbo [4]

- Angka oktan: 98
- Berat jenis: Maksimal 770kg/m³, minimal 715 kg/m³ (pada suhu 15 derajat celcius)
- Warna: Merah
- Penampilan visual: Jernih dan terang

Unsur kimia dari Pertamina turbo adalah $C_{10}H_{24}$

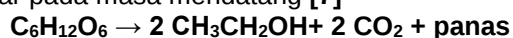
Persamaan reaksi pembakaran sempurna adalah sebagai berikut [5]



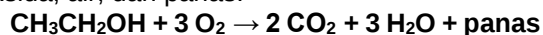
C. Etanol

Bioetanol adalah salah satu bentuk energi terbarukan yang dapat diproduksi dari tumbuhan. Etanol dapat dibuat dari tanaman-tanaman yang umum, misalnya tebu, kentang, singkong, dan jagung. Telah muncul perdebatan, apakah bioetanol ini nantinya akan menggantikan bensin yang ada saat ini. Kekhawatiran mengenai produksi dan adanya kemungkinan naiknya harga makanan yang disebabkan karena dibutuhkan lahan yang sangat besar, ditambah lagi energi dan polusi yang dihasilkan dari keseluruhan produksi etanol, terutama tanaman jagung. Pengembangan terbaru dengan munculnya komersialisasi dan produksi etanol selulosa mungkin dapat memecahkan sedikit masalah [6]

Etanol selulosa menawarkan prospek yang menjanjikan karena serat selulosa merupakan komponen utama pada dinding sel di semua tumbuhan, dapat digunakan untuk memproduksi etanol. Menurut Badan Energi Internasional etanol selulosa dapat menyumbangkan perannya lebih besar pada masa mendatang [7]



Ketika etanol dibakar (direaksikan dengan oksigen) maka akan dihasilkan karbon dioksida, air, dan panas:



D. Emisi Gas Buang Mesin Bensin

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam ruang bakar dan dikeluarkan melalui saluran exhaust pada mesin (knalpot). Bahan bakar bensin mengandung campuran dari beberapa hidrokarbon dan jika terbakar secara sempurna, gas buang hanya akan mengandung karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O). Tetapi yang terjadi dengan beberapa sebab pembakaran yang terjadi adalah pembakaran tidak sempurna dan akan menghasilkan karbon monoksida (CO), Gas beracun, dan hidrokarbon tidak terbakar (UBHC). Emisi yang terkandung berikutnya adalah oksida dari nitrogen (NO_x) yang terbentuk oleh reaksi antara nitrogen dengan oksigen karena temperatur pembakaran yang tinggi yaitu lebih dari $11000^\circ C$ [8]

Sebagaimana kita ketahui bersama, pencemaran udara atau perubahan salah satu komposisi udara dari keadaan normal, mengakibatkan terjadinya perubahan suhu dalam kehidupan manusia. Pembangunan transportasi yang terus dikembangkan menyusul dengan permintaan pasar, ternyata, telah mendorong terjadinya bencana pembangunan. Saat ini, kita semua telah mengetahui bahwa pengaruh polusi udara juga dapat menyebabkan pemanasan efek rumah kaca (ERK) bakal menimbulkan pemanasan global atau (*global warming*) [9]

Tentunya, hal ini harus merupakan sebuah peringatan kepada para pemilik kebijakan industri dan kebijakan transportasi agar melihat kepada masalah udara di sekitarnya. Proses pembangunan yang ada di Indonesia dalam konteks transportasi, ternyata, telah menimbulkan bencana pembangunan yang pada akhirnya bermuara menjadi permasalahan ekologis. Akibatnya, udara sebagai salah satunya commons yang open access menjadi berbahaya bagi kesehatan manusia dan alam sekitarnya. Sumber dan Standar Kesehatan Emisi Gas Buang disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 1. Standar kesehatan gas pencemar

Kategori	Tahun Pembuat	Parameter		Methode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	
Sepeda Motor 2T	2010	4,5	1200	Idle
Sepeda Motor 4T	< 2010	4,5	24000	Idle
Sepeda Motor 2T Dan 4T	>2010	4,5	2000	Idle

(Sumber. Kementerian Lingkungan Hidup 2006)

Tabel 2 Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor

PENCEMAR	KETERANGAN
Karbon monoksida (CO)	Standar kesehatan: 10 mg/m ³ (9 ppm)
Oksida sulfur (SO _x)	Standar kesehatan: 80 ug/m ³ (0.03 ppm)
Partikulat Matte	Standar kesehatan: 50 ug/m ³ selama 1 tahun; 150 ug/m ³
Oksida Nitrogen (NO _x)	Standar kesehatan: 100 pg/m ³ (0.05 ppm) selama 1 jam
Ozon (O ₃)	Standar kesehatan: 235 ug/m ³ (0.12 ppm) selama 1 jam

(Sumber. Kementerian Lingkungan Hidup 2006)

E. Percampuran Etanol Dengan Pertamina Turbo

Percampuran etanol dan Pertamina turbo bertujuan untuk meningkatkan nilai oktan, sehingga pemakaian lebih sempurna. Berikut ini adalah perhitungan dari campuran tersebut [10]

- 0% etanol RON 108 : 100% Pertamina turbo RON 98
 $= 100 : 100 \times 98$
 $= \text{RON } 98$
- 10% Etanol RON 108 : 90% Pertamina Turbo RON 98
 $= (10 : 100 \times 108) + (90 : 100 \times 98)$
 $= 10,8 + 88,2$
 $= \text{RON } 99$
- 20% Etanol RON 108 : 80% Pertamina Turbo RON 98
 $= (20 : 100 \times 108) + (80 : 100 \times 98)$
 $= 21,6 + 76,4$
 $= \text{RON } 98$
- 30% Etanol RON 108 : 70% Pertamina Turbo RON 98
 $= (30 : 100 \times 108) + (70 : 100 \times 98)$
 $= 32,4 + 68,6$
 $= \text{RON } 101$
- 40% Etanol RON 108 : 60% Pertamina Turbo RON 98
 $= (40 : 100 \times 108) + (60 : 100 \times 98)$
 $= 43,2 + 58,8$
 $= \text{RON } 102$
- 50% Etanol RON 108 : 50% Pertamina Turbo 98
 $= (50 : 100 \times 108) + (50 : 100 \times 98)$
 $= 54 + 49$
 $= \text{RON } 103$

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari Penelitian ini adalah

- a. Mengupgrade alat praktek motor bakar dengan sistem FI.
- b. Untuk mengetahui kandungan senyawa beracun yang tidak ramah lingkungan yang dihasilkan mesin 125 cc FI jika menggunakan variasi campuran bahan bakar biofuel dengan Pertamina turbo.
- c. Untuk mengetahui campuran yang tepat bioetanol dan Pertamina turbo berdasarkan hasil uji emisi.
- d. Untuk mengetahui campuran terbaik pada variasi bahan bakar etanol dan Pertamina dengan analisa Air Fuel Ratio.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Penelitian dilaksanakan di laboratorium teknik mesin Universitas Islam Assyafiiyah dengan alat uji prestasi mesin. Alat dan bahan yang digunakan adalah:

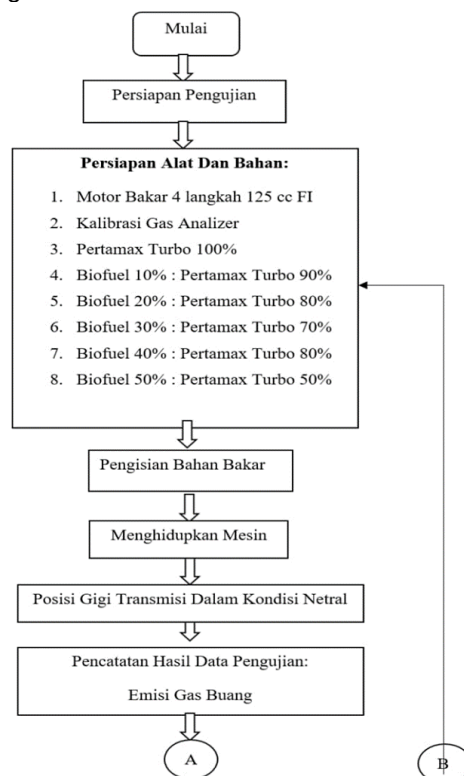
1. Engine motor supra 125 FI
2. Gas analyzer
3. Stop watch
4. Gelas ukur
5. Pertamina Turbo
6. Etanol 96 %
7. Alat uji motor bakar
8. Anemometer
9. Alat tulis

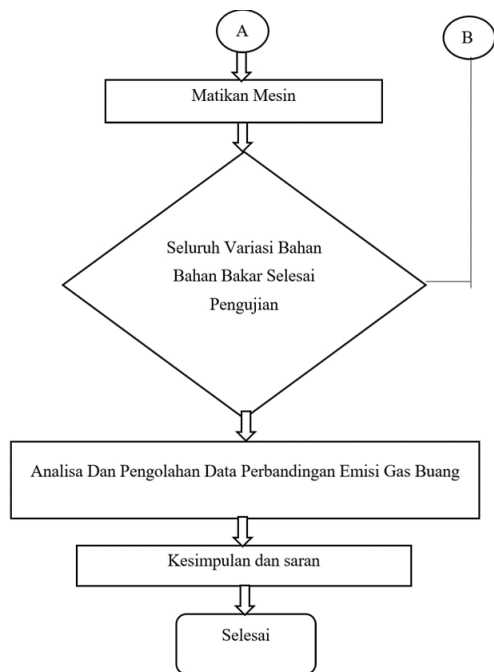
2.2 Metode

Pada pengujian ini dilakukan dengan putaran mesin idle dan variasi dari bahan bakar Biofuel Etanol dan Pertamina Turbo. Berikut variasi perbandingan bahan bakar:

- a. 0% Biofuel : 100% Pertamina Turbo.
- b. 10% Biofuel : 90 % Pertamina turbo.
- c. 20% Biofuel : 80% Pertamina Turbo.
- d. 30% Biofuel : 70% Pertamina Turbo.
- e. 40% Biofuel : 60% Pertamina Turbo.
- f. 50% Biofuel : 50% Pertamina Turbo.

- Diagram Alir Penelitian





Gambar 5. Diagram Alir Proses Penelitian

Gambar 3. Skema Metodologi Penelitian

- Prosedur pengujian
Setelah semua alat dan bahan di siapkan maka langkah pengujian adalah sebagai berikut:
 1. Masukkan pertamax turbo kedalam tangky fuel pump dengan membuka kran pada tangky utama sebanyak 100 ml.
 2. Nyalakan swith on, swith rpm, thermo couple, dan anemometer.
 3. Hidupkan blower supaya terhindar dari engine over heat dengan menekan switch fan.
 4. Patikan indikator transmini pada possisi netral.
 5. Pastikan tuas gas tidak mmbuka trotle agar putaran mesin idle.
 6. Nyalakan mesin dengan menekan swith starter.
 7. Tekan enter pada gas analyzer.
 8. Tunggu selama 5 menit agar nilai pembacaan gas analyzer stabil dan catat temperatur exhause, kecepatan udara masuk pada intake, dan temperatur ruang.
 9. Setelah angka pada gas analyzer stabil, tekan print 2x agar hasil pengujian tercetak pada lembar hasil uji emisi.
 10. Setelah selesai mencetak, matikan mesin dan semua swich.
 11. Tekan enter pada gas analyzer agar kembali ke posisi ready.
 12. Kuras bahan bakar dengan membuka dryn pada bagian bawah tangki fuel pump.
 13. Ulangi langkah 1 sampai dengan 12 sebanyak 5 kali untuk mengambil nilai rata rata.

14. Masukkan variasi bahan bakar Etanol 10% dan Pertamax turbo 90% ke dalam tangky fuelpump dengan menggunakan corong sebanyak 100 ml.
15. Ulangi langkah 2 dampai dengan langkah 13.
16. Masukkan variasi bahan bakar Etanol 20% dan Pertamax Turbo 80% ke dalam tangki fuelpump dengan menggunakan corong sebanyak 100 ml.
17. Ulangi langkah 2 sampai dengan langkah 13.
18. Masukkan variasi bahan bakat Etanol 30% dan Pertamax turbo 70% ke dalam tangki fuelpump dengan menggunakan corong sebanyak 100 ml.
19. Ulangi langkah 2 sampai dengan langkah 13.
20. Masukkan variasi bahan bakat Etanol 40% dan Pertamax Turbo 60% ke dalam tangki fuelpump dengan menggunakan corong sebanyak 100 ml.
21. Ulangi langkah 2 sampai dengan 13.
22. Masukkan variasi bahan bakar Etanol 50% dan pertamax Turbo 50% ke dalam tangki fuelpump dngan menggunakan corong sebanyak 100 ml.
23. Ulangi langkah 2 sampai dengan 13.

Setelah semua pengujian selesai akhiri dengan merapikan kembali alat uji dan bahan uji, berikut langkah langkahnya:

1. Posisikan gas analyzer ke posisis off.
2. Lepaskan alat uji emisi (gas analyzer) dari lubang knalpot.
3. Rapikan kembali kabel dan selang pada gas analyzer.
4. Rapikan sisa bahan bakar pada tempatnya.
5. Bersihkan alat uji dari sisa bahan bakar.
6. Biarkan blower menyala sampai 5 menit untuk mendinginkn mesin, setelah 5 menit matikan blower.
7. Selesai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengujian

a. Data hasil pengujian menggunakan bahan bakar pertamax turbo 100%

Berdasarkan uji emisi dengan Rpm 1500 (putaran idle), kecepatan udara 0,9 m/s dalam waktu 5 menit (0,00833 jam) dengan konsumsi bahan bakar (mf) sebanyak 11,4 ml(0,0114 m3) di dapatkan kandungan CO sebanyak 2,21% / m3, CO2 sbanyak 2,64 % /m3, O2 sbanyak 14,96 % / m3, dan kandungan HC sebanyak 971 ppm (particel per million) yang artinya setiap 1.000.000 partikel mengandung 971 partikel HC. Pada hasil emisi tersebut di asumsikan 80,17% dari gas buang adalah N2 , H2O Dan zat lain.

1 Perhitungan konsumsi bahan bakar(m_f) :

$$m_f = \frac{(v_{bb})}{t} \times \rho_{bb} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

- $(v_{bb}) = 11,4 \text{ (ml)} = 0,0114 \text{ (l)} = 0,0000114 \text{ (m}^3\text{)}$
- $t = 5 \text{ (menit)} = 0,0883 \text{ (jam)}$
- $\rho_{bb} = 770 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- $m_f = \frac{0,0000114 \text{ (m}^3\text{)}}{0,0883 \text{ (jam)}} \times 770 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- $m_f = 0,099 \text{ kg/jam}$

2 Perhitungan Laju aliran volumetrik udara :

$$m_v = \frac{\pi d^2}{4} \times v_u \text{ (m}^3/\text{s)}$$

- $\pi = 3,14$
- $d = 25 \text{ (mm)} = 0,025 \text{ (m)}$
- $v_u = 0,9 \text{ (m/s)}$
- $m_v = \frac{3,14 \times (0,025 \text{ m})^2}{4} \times 0,9 \text{ m/s}$
- $m_v = 0,00044 \text{ m}^3/\text{s}$

3 Laju aliran udara adalah

$$m_u = \rho_u \times m_v \times 3600$$

- $\rho_u = 1,293 \text{ (kg/jam)}$
- $m_v = 0,00044 \text{ (m}^3/\text{s)}$
- $= 1,293 \times 0,0004 \times 3600$
- $= 2,04 \text{ (kg/jam)}$

Maka dapat kita ketahui perbandingan udara bahan baka AFR adalah :

$$AFR = \frac{m_u}{m_f} = \frac{2,04}{0,099} = 20,6 : 1$$

Jadi dapat di ketahui lambda :

$$\lambda > 1$$

dimana pada teori stoichiometric $\lambda=1$ mada dapat dikatakan campuran bahan bakar udara miskin (kelebihan udara)

b. Data hasil pengujian dengan menggunakan variasi bahan bakar Etanol 10% dan pertamax turbo 90%.

Berdasarkan uji emisi dengan Rpm 1400 (putaran idle), kecepatan udara 0,8 m/s dalam waktu 5 menit (0,0833 jam) dengan konsumsi bahan bakar (m_f) sebanyak 11,8 ml(0,0118 m³) di dapatkan kandungan CO sebanyak 2,12% / m³, CO₂ sbanyak 2,6 % /m³, O₂ sbanyak 14,61 % / m³, dan kandungan HC sebanyak 885 ppm (particek per million) yang artinya setiap 1.000.000 partikel mengandung 885 partikel HC. Pada hasil emisi tersebut di asumsikan 80,67% dari gas buang adalah N₂, H₂O Dan zat lain.

1 Perhitungan konsumsi bahan bakar(m_f) :

$$m_f = \frac{(v_{bb})}{t} \times \rho_{bb} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

- $(v_{bb}) = 11,8 \text{ (ml)} = 0,0118 \text{ (l)} = 0,0000118 \text{ (m}^3\text{)}$
- $t = 5 \text{ (menit)} = 0,0883 \text{ (jam)}$
- $\rho_{bb} = 770 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- $m_f = \frac{0,0000118 \text{ (m}^3\text{)}}{0,0883 \text{ (jam)}} \times 770 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- $m_f = 0,102 \text{ kg/jam}$

2 Perhitungan Laju aliran volumetrik udara :

$$m_v = \frac{\pi d^2}{4} \times v_u \text{ (m}^3/\text{s)}$$

- $\pi = 3,14$
- $d = 25 \text{ (mm)} = 0,025 \text{ (m)}$
- $v_u = 0,8 \text{ (m/s)}$
- $m_v = \frac{3,14 \times (0,025 \text{ m})^2}{4} \times 0,8 \text{ m/s}$
- $m_v = 0,00039 \text{ m}^3/\text{s}$

3 Laju aliran udara adalah

$$m_u = \rho_u \times m_v \times 3600$$

- $\rho_u = 1,293 \text{ (kg/jam)}$
- $m_v = 0,00039 \text{ (m}^3/\text{s)}$
- $= 1,293 \times 0,00039 \times 3600$
- $= 1,81 \text{ (kg/jam)}$

Maka dapat kita ketahui perbandingan udara bahan baka AFR adalah :

$$AFR = \frac{m_u}{m_f} = \frac{1,81}{0,102} = 17,7 : 1$$

dimana pada teori stoichiometric $\lambda=1$ mada dapat dikatakan campuran bahan bakar udara miskin (kelebihan udara)

c. Data Hasil pengujian dengan menggunakan Variasi bahan bakar Etanol 20% dan pertamax Turbo 80%

Berdasarkan uji emisi dengan Rpm 1500 (putaran idle), kecepatan udara 0,8 m/s dalam waktu 5 menit (0,0833 jam) dengan konsumsi bahan bakar (m_f) sebanyak 12 ml(0,012 m³) di dapatkan kandungan CO sebanyak 0,87% / m³, CO₂ sbanyak 1,72 % /m³, O₂ sbanyak 14,55 % / m³, dan kandungan HC sebanyak 966,2 ppm (particek per million) yang artinya setiap 1.000.000 partikel mengandung 966,2 partikel HC. Pada hasil emisi tersebut di asumsikan 82,86% dari gas buang adalah N₂, H₂O Dan zat lain.

1 Perhitungan konsumsi bahan bakar(m_f) :

$$m_f = \frac{(v_{bb})}{t} \times \rho_{bb} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

- $(v_{bb}) = 12 \text{ (ml)} = 0,012 \text{ (l)} = 0,000012 \text{ (m}^3\text{)}$
- $t = 5 \text{ (menit)} = 0,0883 \text{ (jam)}$
- $\rho_{bb} = 770 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- $m_f = \frac{0,000012 \text{ (m}^3\text{)}}{0,0883 \text{ (jam)}} \times 770 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- $m_f = 0,104 \text{ kg/jam}$

2 Perhitungan Laju aliran volumetrik udara :

$$m_v = \frac{\pi d^2}{4} \times v_u \text{ (m}^3/\text{s)}$$

- $\pi = 3,14$
- $d = 25 \text{ (mm)} = 0,025 \text{ (m)}$
- $v_u = 0,8 \text{ (m/s)}$
- $m_v = \frac{3,14 \times (0,025 \text{ m})^2}{4} \times 0,8 \text{ m/s}$
- $m_v = 0,00039 \text{ m}^3/\text{s}$

3 Laju aliran udara adalah

$$m_u = \rho_u \times m_v \times 3600$$

- $\rho_u = 1,293 \left(\frac{kg}{jam} \right)$
- $m_v = 0,00039 (m^3/s)$
- $= 1,293 \times 0,00039 \times 3600$
- $= 1,81 \left(\frac{kg}{jam} \right)$

Maka dapat kita ketahui perbandingan udara bahan baka AFR adalah :

$$AFR = \frac{m_u}{m_f} = \frac{1,81}{0,104} = 17,4 : 1 : 1$$

Jadi dapat di ketahui lambda :

$$\lambda > 1$$

dimana pada teori stoichiometric $\lambda=1$ maka dapat dikatakan campuran bahan bakar udara miskin (kelebihan udara)

d. Data hasil pengujian dengan menggunakan variasi bahan bakar Etanol 30% dan Pertamina Turbo 70%

Berdasarkan uji emisi dengan Rpm 1500 (putaran idle), kecepatan udara 0,7 m/s dalam waktu 5 menit (0,00833 jam) dengan konsumsi bahan bakar (m_f) sebanyak 13,9 ml(0,0139 m^3) di dapatkan kandungan CO sebanyak 0,79% / m^3 , CO2 sbanyak 1,58 % / m^3 , O2 sbanyak 14,86 % / m^3 , dan kandungan HC sebanyak 1020 ppm (particek per million) yang artinya setiap 1.000.000 partikel mengandung 1020 partikel HC. Pada hasil emisi tersebut di asumsikan 82,95% dari gas buang adalah N_2 , H_2O Dan zat lain.

1 Perhitungan konsumsi bahan bakar(m_f) :

- $m_f = \frac{(vbb)}{t} \times \rho_{bb} \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- $(vbb) = 13,9 \text{ (ml)} = 0,0139 \text{ (l)} = 0,0000139 \text{ (m}^3\text{)}$
- $t = 5 \text{ (menit)} = 0,0883 \text{ (jam)}$
- $\rho_{bb} = 770 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- $m_f = \frac{0,0000139 \text{ (m}^3\text{)}}{0,0883 \text{ (jam)}} \times 770 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- $m_f = 0,12 \text{ kg/jam}$

2 Perhitungan Laju aliran volumetrik udara :

- $m_v = \frac{\pi d^2}{4} \times v_u \text{ (m}^3/s\text{)}$
- $\pi = 3,14$
- $d = 25 \text{ (mm)} = 0,025 \text{ (m)}$
- $v_u = 0,7 \text{ (m/s)}$
- $m_v = \frac{3,14 \times (0,025m)^2}{4} \times 0,7 \text{ m/s}$
- $m_v = 0,00034 \text{ m}^3/s$

3 Laju aliran udara adalah

$$m_u = \rho_u \times m_v \times 3600$$

- $\rho_u = 1,293 \left(\frac{kg}{jam} \right)$
- $m_v = 0,00034 (m^3/s)$
- $= 1,293 \times 0,00034 \times 3600$
- $= 1,58 \left(\frac{kg}{jam} \right)$

Maka dapat kita ketahui perbandingan udara bahan baka AFR adalah :

$$AFR = \frac{m_u}{m_f} = \frac{1,58}{0,12} = 13,16 : 1$$

Jadi dapat di ketahui lambda :

$$\lambda < 1$$

dimana pada teori stoichiometric $\lambda=1$ maka dapat dikatakan campuran bahan bakar udara kaya (kelebihan bahan bakar)

e. Data pengujian dengan menggunakan variasi bahan bakar Etanol 40% dan Pertamina Turbo 60%

Berdasarkan uji emisi dengan Rpm 600 (putaran idle), kecepatan udara 0,7 m/s dalam waktu 5 menit (0,00833 jam) dengan konsumsi bahan bakar (m_f) sebanyak 15 ml(0,015 m^3) di dapatkan kandungan CO sebanyak 0,72% / m^3 , CO2 sbanyak 1,18 % / m^3 , O2 sbanyak 15,62 % / m^3 , dan kandungan HC sebanyak 1426,6 ppm (particek per million) yang artinya setiap 1.000.000 partikel mengandung 1426.6 partikel HC. Pada hasil emisi tersebut di asumsikan 82,48% dari gas buang adalah N_2 , H_2O Dan zat lain.

1 Perhitungan konsumsi bahan bakar(m_f) :

- $m_f = \frac{(vbb)}{t} \times \rho_{bb} \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- $(vbb) = 15 \text{ (ml)} = 0,015 \text{ (l)} = 0,000015 \text{ (m}^3\text{)}$
- $t = 5 \text{ (menit)} = 0,0883 \text{ (jam)}$
- $\rho_{bb} = 770 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- $m_f = \frac{0,000015 \text{ (m}^3\text{)}}{0,0883 \text{ (jam)}} \times 770 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- $m_f = 0,13 \text{ kg/jam}$

2 Perhitungan Laju aliran volumetrik udara :

- $m_v = \frac{\pi d^2}{4} \times v_u \text{ (m}^3/s\text{)}$
- $\pi = 3,14$
- $d = 25 \text{ (mm)} = 0,025 \text{ (m)}$
- $v_u = 0,7 \text{ (m/s)}$
- $m_v = \frac{3,14 \times (0,025m)^2}{4} \times 0,7 \text{ m/s}$
- $m_v = 0,00034 \text{ m}^3/s$

3 Laju aliran udara adalah

$$m_u = \rho_u \times m_v \times 3600$$

- $\rho_u = 1,293 \left(\frac{kg}{jam} \right)$
- $m_v = 0,00034 (m^3/s)$
- $= 1,293 \times 0,00034 \times 3600$
- $= 1,58 \left(\frac{kg}{jam} \right)$

Maka dapat kita ketahui perbandingan udara bahan baka AFR adalah :

$$AFR = \frac{m_u}{m_f} = \frac{1,58}{0,13} = 12,17 : 1$$

Jadi dapat di ketahui lambda :

$$\lambda < 1$$

dimana pada teori stoichiometric $\lambda=1$ maka dapat dikatakan campuran bahan bakar udara kaya (kelebihan bahan bakar)

f. Data pengujian dengan menggunakan variasi bahan bakar Etanol 50% dan Pertamina Turbo 50%

Pada pengujian campuran ethanol 50% dan Pertamina Turbo 50 % , mesin gagal start, dikarenakan oktan yang terlalu tinggi yaitu dengan nilai RON 103 putaran mesin 0 rpm dan tidak sesuai dengan rasio kompresi mesin 125 fi ini.

3.2 Analisa Data pengujian variasi bahan bakar Etanol dan Pertamina Turbo

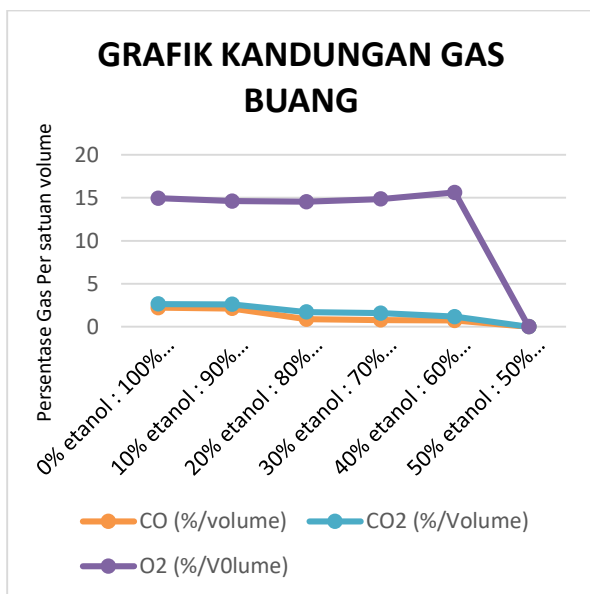
Tabel 3 Data Hasil Pengujian Variasi Bahan Bakar

variasi Bahan bakar etanol dan pertamax turbo	Kandungan Gas				Tempetatur Exhauste (°C)	Konsumsi bahan bakar (ml/5menit)
	CO	HC	CO ₂	O ₂		
	%/m ³	%/m ³	%/m ³	%/m ³		
0% : 100%	2,21	917,4	2,64	14,96	185,8	11,4
10% : 90%	2,12	885	2,6	14,61	199,14	11,8
20% : 80%	0,87	966,2	1,72	14,55	202,6	12
30% : 70%	0,79	1020,4	1,58	14,86	219,18	13,9
40% : 60%	0,72	1426,6	1,18	15,62	266,72	15
50% : 50%	0	0	0	0	0	0

Tabel 4 Putaran Mesin (rpm) saat Idle

variasi bahan bakar	0% : 100%	10% : 90%	20% : 80%	30% : 70%	40% : 60%	50% : 50%
Putaran Mesin Idle	1500	1400	1500	850	600	0

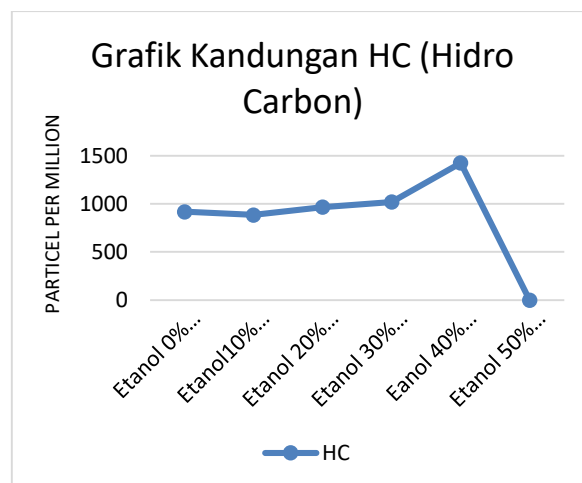
tabel di atas dapat kita analisa menggunakan grafik garis untuk pengaruh variasi bahan bakar terhadap emisi, rpm, dan konsumsi bahan bakar.



Gambar 4 Grafik Kandungan CO,CO2, Dan O2

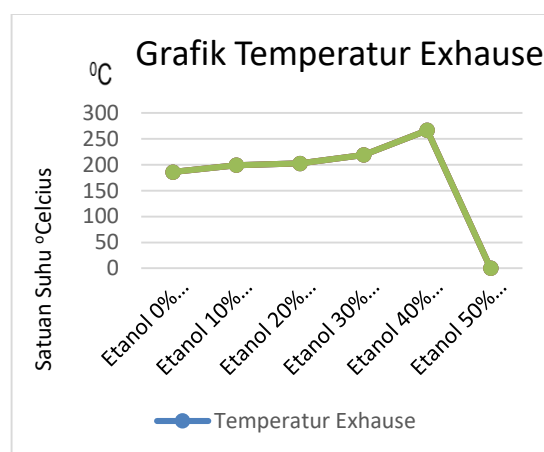
Dilihat dari grafik data pengujian, kandungan CO DAN CO2 mengalami penurunan relatif konstan, sedangkan kan kandungan O2

mengalami penurunan dari pertamax murni ke variasi campuran 10% dan meningkat seiring banyaknya campuran Etanol, pada etanol 50% tidak mndapatkan data karena mesin tidak dapat running.



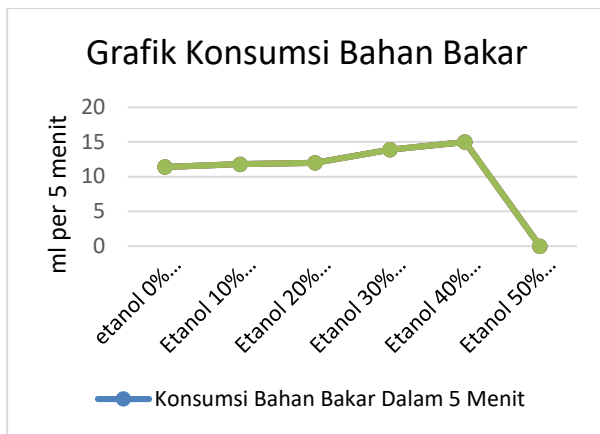
Gambar 5 grafik kandungan hidrokarbon

Kandungan HC terendah di dihasilkan pada campuran Etanol 10%, Pada Etanol 20% mengalami Peningkatan dna meningkat seiring meningat nya campuran Etanol.



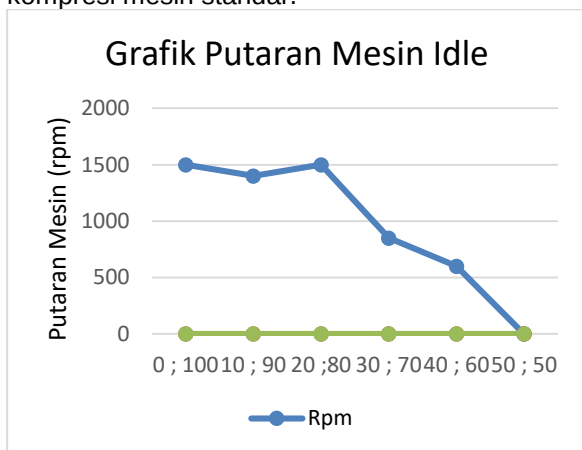
Gambar 6 Grafik temperatur pada exhaust manifold

Dilihat dari grafik data Pengujian, Etanol berpengaruh dalam peningkatan temperatur exhauste, semakin banyak kadar Etanol pada campuran pertamax Turbo akan Semakin Tinggi Temperatur kerja mesin.



Gambar 7 Grafik Konsumsi Bahan Bakar Pada Pengujian

Pada grafik diatas dapat di liat knsumsi bahan bakar meingkat karena adanya kandungan Etanol Pada bahan bakar. Peningkatan konsumsi bahan bakar meningkat seiring banyaknya kandungan etanol pada campuran bahan bakar. Karena dengan adanya campuran etanol meningkatkan nilai RON yang tidak sesuai spesifikasi ron pada mesin 125 cc FI maka bahan bakar akan semakin sulit terbakar dengan rasio kompresi mesin standar.



Gambar 8 Grafik Putaran Mesin Idle

Grafik diatas menunjukan, rpm mesin idle pada mesin mengalami penurunan yang signifikan dengan di tambahkannya ethanol ke dalam pertamax, pada campuran 20 : 90 rpm yang di dapat sama dengan rpm pada babahn bakar pertamax Turbo murni, d karenakan nilai RON yang di dapat adalah sama yaitu RON 98. Pada campuran 50 : 50 mesin tidak mampu untuk running karena rasio kompresi yang tidak sesuai dengan nilai RON.

3.3 Hasil Analisa Data Pengujian

Berdasarkan analisa grafik di atas, maka dapat di ketahui bahwa terdapat pengaruh terhadap emisi gas buang paada penggunaan campuran Etanol dan Pertamax Turbo dengan variasi, 0:100, 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70 , dan 40 : 60 pada putaran mesin idle.

Dari grafik di jelaskan bahwa:

1. Produksi emisi gas buang Carbon Monoksida (CO) mengalami penurunan yang paling signifikan pada campuran Etanol 20%,30%, dan 40%. Untuk campuran 10 % terlihat juga mengalami penurunan tetapi tidak banyak.
2. Produksi gas buang HidroCarbon (HC) mengalami peningkatan pada campuran Etanol 20%, 30%, 40%. Tetapi pada campuran 10% menunjukkan penurunan terhadap pertamax turbo murni.
3. Themperatur pada exhause meningkat seiring meningkatnya konsumsi bahan bakar dan kadar ethanol yang tinggi.
4. Pada penggunaan variasi bahan bakar di dapat nilai AFR:
 - a) Pertamax 100% di dapat AFR= 22,7 : 1 ; $\lambda > 1$.
 - b) Etanol 10% dan Pertamax Turbo 90% di dapat AFR = 22,8 : 1 ; $\lambda > 1$
 - c) Etanol 20% dan Pertamax Turbo 80% di dapat AFR = 22,7 : 1 ; $\lambda > 1$.
 - d) Etanol 30% dan pertamax Turbo 70% di dapat AFR = 2,24 : 1 ; $\lambda < 1$.
 - e) Etanol 40% dan pertamax turbo 60% di dapat AFR = 2,27 : 1 ; $\lambda < 1$.
 - f) Etanol 50% dan pertamax Turbo tidak dapat menunjukkan AFR .
5. Pada putaran idle saat pengujian mengalami penurunan seiring mrningkatnya nilai oktan atau RON. Dan pada campuran 50% ethanol mesin tidak dapat running.

4. KESIMPULAN

Dari analisa data di atas dapat di simpulkan bahwa:

- a) Alat uji Motor Bakar menggunakan mesin 125 cc fi, dengan sistem efi pada mesin yang dimana sistem tekanan bahan bakar menggunakan pompa maka percampuran variasi bahan bakar tidak dapat di lakukan pada sistem, harus di campur pada media lain di luar mesin menggunakan gelas ukur. Dengan spesifikasi mesin tersebut rasio kompresi 1:9 maka pengujian alat uji motor bakar menggunakan hanya cocok menggunakan bahan bakar fosil .
- b) Kandungan senyawa beracun pada gas buang adalah CO dan HC. Dimana CO terbentuk Dari pembakaran tidak sempurna, kekurangan O₂ pada pembakaran menjadikan CO tidak dapat menjadi CO₂. Konsentrasi CO yang tinggi bisa menyebabkan pingsan bahkan kematian. HC terberbentuk tergantung jenis bahan bakar, dimana HC dapat larut bersama air hujan dan mengkontaminasi air dan tanah, akibatnya tumbuhan dan hewan dapat terkontaminasi. Kandungan gas beracun CO dan HC pada penelitian masih dalam ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor , berdasarkan standard ambang batas emisi

- gas buang kendaraan bermotor di atas tahun 2010.
- c) Campuran bahan bakar Etanol Dan Pertamina Turbo Yang Paling Ideal Adalah 20% Etanol : 80 % Pertamina Turbo pada Putaran Idle, dimana nilai oktan yang di dapat adalah RON 98 sama dengan pertamax murni tetapi produksi Carbon Monoksida (CO) lebih rendah di banding pertamax murni.
 - d) Dengan perhitungan perbandingan udara dan bahan bakar AFR pada setiap variasi bahan bakar maka dapat di ketahui bahwa Pertamina turbo da Etanol tidak cocok di gunakan pana mesin 125 cc FI, karena nilai lambda tidak ada yang mendekati angka 1. Dengan kata lain pembakaran yang terjadi adalah pembakaran tidak sempurna.
- [7] "Bahan bakar etanol," *Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas*. Jan. 10, 2024. Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Bahan_bakar_etanol&oldid=25148644
 - [8] P. Kristanto, "Motor bakar torak," *Yogyak. Andi*, 2015.
 - [9] A. Sudrajad, "Tumpahan minyak di laut dan beberapa catatan terhadap kasus di Indonesia," *Susunan Redaksi*, vol. 37, 2006, Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: https://www.academia.edu/download/48482996/Reinventing_Indonesia_Dengan_Kelautan.pdf#page=40
 - [10] R. Sembiring, "Analisa Gas Buang Sepeda Motor 4 Tak 150 CC Manual Berbahan Bakar Percampuran Pertamina Turbo dengan Premium," *J. Ilm. Res. Sains*, vol. 5, no. 1, 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. P. S. Indonesia, "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis - Tabel Statistik." Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTcjMg==/perkembangan-jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-jenis--unit-.html>
- [2] H. Wardono, "Modul Pembelajaran Motor Bakar 4-Langkah," *Jur. Tek. Mesin—Universitas Lampung Bandar Lampung*, 2004.
- [3] A. Sigit Iriyanto, "Analisa performa sepeda motor 4 langkah 1 silinder fuel injection 125 CC terhadap variasi campuran pertamax - etanol (E10 - E30)," *Universitas Indonesia Library*. Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://lib.ui.ac.id>
- [4] P. T. Pertamina (Persero), "Fuel Retail | Pertamina." Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://www2.pertamina.com/id/www.pertamina.com>
- [5] A. Syahrani, "Analisa kinerja mesin bensin berdasarkan hasil uji emisi," *SMARTek*, vol. 4, no. 4, 2006, Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/SMARTEK/article/view/446>
- [6] T. N. P. BBN (Indonesia), *BBN, bahan bakar nabati: bahan bakar alternatif dari tumbuhan sebagai pengganti minyak bumi dan gas*. Niaga Swadaya, 2008. Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: https://books.google.com/books?hl=id&lr=&id=SPLF1BjtFt8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=Bahan+Bakar+AlternatifDari+Tumbuhan.+Sebagai+Pengganti+Minyak+Bumi+Dan+gas&ots=1xE-yv8UmY&sig=aQtACgVkjNMKDHV5uiA_QhA6AM4