



Uji Komparatif Emisi Gas Buang dan Konsumsi Bahan Bakar pada Mesin Besin dengan Variasi Komposisi Metanol sebagai Campuran Bahan Bakar

Comparative Test of Exhaust Gas Emissions and Fuel Consumption in Engines with Varying Methanol Composition as a Fuel Mixture

Dani Hari Tunggal Prasetyo^{1,a)}, Alief Muhammad¹, Asroful Abidin², Hartawan Abdillah³, Mas Ahmad Baihaqi³, Linda Kurnia Supratiningsih³

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Panca Marga

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Panca Marga

^{a)}Corresponding author: dani.hari59@gmail.com

Abstrak

Jumlah kendaraan yang terus meningkat tanpa diimbangi penurunan emisi gas buangnya dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, gangguan kesehatan dan perubahan iklim. Untuk mengatasi tantangan tersebut, maka diperlukan langkah dengan menggunakan bahan bakar berkualitas dan terbarukan serta menerapkan metode penyampuran. Pada penelitian ini melibatkan penyampuran bahan bakar *Gasoline* dengan metanol. Tujuan penelitian untuk menguji emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar pada mesin kendaraan dengan menggunakan bahan bakar penyampuran. Bahan bakar *Gasoline* dicampurkan dengan metanol sebanyak 5% hingga 20%. Kecepatan putaran mesin sebesar 1.000 hingga 7.000 rpm. Hasil pengujian menghasilkan kadar terendah pada HC dan CO dengan nilai sebesar 46 ppm dan 0,34% pada putaran mesin 1.000 rpm dengan campuran metanol 20%. Sementara itu, kadar CO₂ dan O₂ mencapai nilai tertinggi pada campuran metanol 20%, yaitu sebesar 14,69% dan 10,56% pada putaran mesin 7.000 rpm. Konsumsi bahan bakar terendah tercatat sebesar 10,6 ml/menit tanpa adanya campuran metanol pada putaran mesin 1.000 rpm.

Kata Kunci: emisi gas buang; *gasoline*; konsumsi bahan bakar; metanol

Abstract

The number of vehicles that continues to increase without a corresponding reduction in exhaust emissions can cause environmental pollution, health problems and climate change. To overcome these challenges, steps are needed to use quality and renewable fuel and apply mixing methods. This research involves mixing *Gasoline* with methanol. The aim of the research is to test exhaust emissions and fuel consumption in vehicle engines using mixed fuel. *Gasoline* fuel is mixed with 5% to 20% methanol. The engine rotation speed is 1,000 to 7,000 rpm. The test results produced the lowest levels of HC and CO with values of 46 ppm and 0.34% at an engine speed of 1,000 rpm with a mixture of 20% methanol. Meanwhile, CO₂ and O₂ levels reached the highest values in the 20% methanol mixture, namely 14.69% and 10.56% at an engine speed of 7,000 rpm. The lowest fuel consumption was recorded at 10.6 ml/minute without any methanol mixture at an engine speed of 1,000 rpm.

Keywords: exhaust gas emissions; *gasoline*; fuel consumption; methanol

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah kendaraan yang terus meningkat pada dekade terakhir ini menimbulkan berbagai masalah pada aspek lingkungan dan ketersediaan energi khususnya sumber energi minyak bumi. Kondisi lingkungan yang semakin tercemar oleh polusi emisi gas buang kendaraan

menjadi salah satu dampak negatif dan mempengaruhi kondisi lingkungan. Dampak yang ditimbulkan dari emisi gas buang yaitu pencemaran lingkungan, gangguan kesehatan dan perubahan iklim [1]. Emisi gas buang yang ditimbulkan kendaraan di Indonesia mencapai 60% hingga 70% [2-3]. Selain itu, ketergantungan pada minyak bumi menimbulkan berbagai permasalahan salah satunya

adalah ancaman krisis energi di masa mendatang. Oleh sebab itu diperlukan solusi yang tepat agar permasalahan dapat segera ditangani lebih lanjut. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah penggunaan bahan bakar yang tepat dan bersifat dapat diperbarui atau berkelanjutan. Bahan bakar yang tepat memiliki kualitas pembakaran yang optimal sehingga menghasilkan emisi gas buang yang ramah lingkungan [4]. Selain itu, pembakaran yang optimal cenderung membutuhkan jumlah energi yang rendah.

Saat ini minyak bumi yang berasal dari fosil masih menjadi sumber energi yang dominan digunakan dikalangan masyarakat. Minyak bumi yang tergolong sumber energi fosil diperoleh dari proses pelapukan makhluk hidup yang telah mati ribuan tahun yang lalu [5]. Jika di eksploitasi secara terus menerus maka dapat diprediksi akan terjadi krisis energi di masa mendatang. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk menghemat minyak bumi yang saat ini masih tersedia di alam. Salah satu cara dan upaya yang dapat dilakukan adalah metode penyampuran bahan bakar fosil dengan bahan bakar terbarukan yang dapat diperoleh dari alam dan bersifat berkelanjutan.

Metode penyampuran bahan bakar merupakan suatu cara menambahkan atau mencampurkan bahan bakar fosil dengan alkohol. Salah satu jenis alkohol yang dapat digunakan sebagai campuran pada minyak bumi (bahan bakar *Gasoline*) adalah metanol. Penyampuran bahan bakar *Gasoline* dengan alkohol (metanol) disebut dengan bahan bakar gasohol. Alkohol merupakan jenis senyawa organik yang terikat pada atom karbon (C) dan hidrogen (H) serta memiliki gugus hidroksil (-OH).

Metanol merupakan salah satu jenis alkohol atau biasa disebut dengan metil alkohol. Metanol dapat dituliskan dengan persamaan kimia CH_3OH . Metanol memiliki ciri tidak berwarna, lebih mudah untuk menguap dan terbakar serta memiliki ciri aroma atau bau yang khas [6]. Metanol bersifat polar sehingga dapat digunakan sebagai campuran pada bahan bakar fosil [7]. Sifat polar dan mudah terbakar yang dimiliki oleh metanol merupakan peluang jika metanol menjadi campuran pada bahan bakar *Gasoline*. Namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap campuran metanol pada bahan bakar *Gasoline*. Hal ini bertujuan agar diketahui dampak yang dihasilkan terhadap lingkungan dan mesin kendaraan.

Bahan bakar merupakan komponen utama sebagai sumber energi pada kendaraan bermotor [8]. Energi yang dihasilkan pada kendaraan berasal dari proses pembakaran di dalam ruang bakar antara bahan bakar dan udara. Namun hasil dari proses pembakaran di dalam ruang bakar menghasilkan emisi gas buang. Emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan bersifat racun dan dapat mengganggu kesehatan jika terlalu banyak dihirup oleh

manusia [9]. Namun, penggunaan bahan bakar dengan kualitas yang baik akan mengurangi dampak emisi gas buang. Di Indonesia bahan bakar jenis *Gasoline* terbagi menjadi beberapa jenis. Jenis bahan bakar dapat dibedakan berdasarkan nilai oktan. Nilai oktan bahan bakar *Gasoline* yang beredar di Indonesia terdiri dari 88, 90, 92 dan 98 dengan jenis premium, pertalite, pertamax dan pertamax turbo.

Nilai oktan merupakan besaran kompresi yang dihasilkan oleh bahan bakar sebelum terbakar secara spontan. Bahan bakar dengan nilai oktan yang lebih tinggi akan menghasilkan performa yang lebih optimal. Penelitian tentang penyampuran bahan bakar pernah dilakukan oleh Ponidi dan Putri (2022), penelitian dilakukan dengan menambahkan etanol pada bahan bakar pertalite kemudian membandingkan dengan bahan bakar pertamax. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kadar emis gas buang yang dihasilkan dengan menggunakan bahan bakar jenis pertamax dan pertalite serta pertalite dengan campuran etanol. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penyampuran pertalite dengan etanol dengan perbandingan 8:2 dapat menurunkan kadar emisi hidro karbon (HC) dan karbon (C) [10].

Penelitian penyampuran atau penambahan bahan bakar juga pernah dilakukan oleh sirait dkk (2019), penelitian dilakukan pada mesin dengan spesifikasi dua langkah. Bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar bensin dengan jenis premium dengan metanol. Pengujian dilakukan untuk mengetahui emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan metanol pada bahan bakar premium sebanyak 5% dapat menurunkan konsumsi bahan bakar sebesar 14,54%. Selain itu juga menurunkan kadar HC dan CO masing-masing sebesar 20,64% dan 18,04% [11].

Dari latar belakang yang telah diuraikan maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap penambahan metanol pada bahan bakar jenis *Gasoline* dengan beberapa jenis bahan bakar *Gasoline* sesuai nilai oktannya. Hal ini menjadi tujuan agar diketahui pengaruh penambahan metanol terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang yang dihasilkan oleh mesin kendaraan dengan menggunakan bahan bakar campuran antara *Gasoline* dengan metanol yang divariasikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan metanol pada bahan bakar *Gasoline*. Penelitian ini akan menghasilkan data kadar emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar dengan menggunakan bahan bakar *Gasoline* dengan campuran metanol. Bahan bakar *Gasoline* yang digunakan saat penelitian terdiri dari jenis pertalite, pertamax dan pertamax turbo dengan nilai oktan masing-masing bahan bakar sebesar 90, 92 dan 98.

Komposisi bahan bakar yang digunakan saat pengujian dapat diamati pada [Tabel 1](#) sedangkan karakteristik metanol dapat diamati pada [Tabel 2](#).

Tabel 1. Komposisi bahan bakar

Pertalite	Pertamax	Pertamax Turbo
Pe 100%	Pr 100%	Pe 100%
Pe 95% + Me 5%	Pr 95% + Me 5%	Pe 95% + Me 5%
Pe 90% + Me 10%	Pr 90% + Me 10%	Pe 90% + Me 10%
Pe 85% + Me 15%	Pr 85% + Me 15%	Pe 85% + Me 15%
Pe 80% + Me 20%	Pr 80% + Me 20%	Pe 80% + Me 20%

Keterangan :

- Pe : Pertalite
- Pr : Pertamax
- Pt : Pertamax turbo
- Me : Metanol

Tabel 2. Karakteristik metanol

Karakteristik	Metanol / CH ₃ OH
Nilai oktan	106
Rasio udara/bahan bakar stoikiometri	6,5
Massa jenis (kg/l)	0,79
Kandungan oksigen berdasarkan massa (%)	50
Kandungan energi volumetrik (MJ/l)	15
Panas penguapan (kJ/kg)	1.100
Emisi CO ₂ spesifik (g/MJ)	68,44
Nilai kalor lebih rendah (MJ/kg)	20,09
Energi per satuan massa udara (MJ/kg)	3,12
Tekanan uap Reid (psi)	4,6
Temperatur nyala adiabatik (°C)	1.870
Titik didih awal	64
Titik didih akhir	66

Sumber : Rifal dan Sinaga (2018) [12]

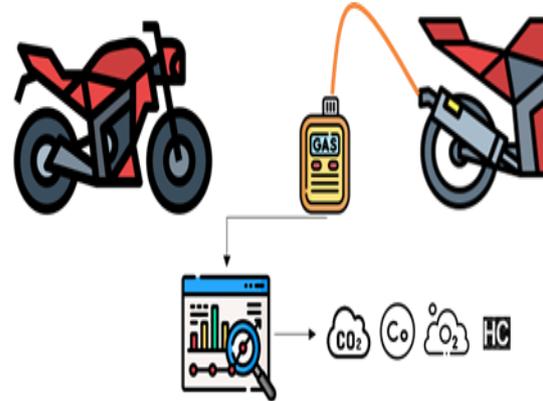
Bahan bakar *Gasoline* yang telah dicampur dengan metanol sesuai dengan [Tabel 1](#) digunakan sebagai bahan bakar pada media pengujian. Media pengujian adalah kendaraan dengan sistem kerja empat langkah. Mesin kendaraan yang digunakan sebagai media pengujian tanpa modifikasi. Spesifikasi mesin dapat diamati pada [Tabel 3](#).

Tabel 3. Spesifikasi mesin kendaraan

Spesifikasi	Keterangan
Tipe Mesin	4 Langkah <i>Air Cooled</i> , SOHC
Diameter Langkah	50.0 x 57.9 mm
Volume Silinder	113.7 cc
Susunan Silinder	<i>Forward-Inclined Single Cylinder</i>
Power Max	6.0 Kw/7.500 rpm
Perbandingan Kompresi	9.30 : 1
Torsi Max	8.3 N.m/4.500 rpm
Karburator	VM 17SH x 1 MIKUNI
Transmisi	<i>Constant Mesh 4-Speed</i>
Sistem Pengapian	DC. CDI

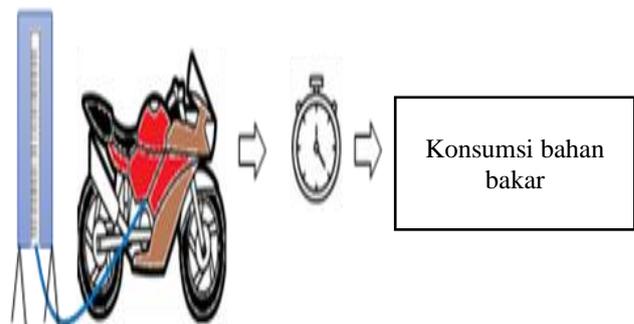
Penelitian diawali dengan menguji emisi gas buang yang dihasilkan oleh mesin dengan menggunakan bahan bakar yang telah ditentukan sesuai [Tabel 1](#). Pengujian dilakukan dengan menggunakan bantuan alat yaitu gas analyzer. Sensor gas buang pada gas analyzer dimasukkan pada knalpot. Kemudian mesin di uji emisi gas buangnya dengan menggunakan putaran mesin sebesar 1.000 hingga

7.000 rpm. Gambar skema pengujian emisi gas buang dapat diamati pada [Gambar 1](#).



Gambar 1. Skema pengujian emisi gas buang

Apabila pengujian emisi gas buang telah selesai dilakukan maka dilanjutkan pada pengujian tahap kedua. Pengujian tahap kedua yaitu pengujian konsumsi bahan bakar. Uji konsumsi bahan bakar menggunakan buret sebagai alat bantu. Buret dihubungkan dengan selang menuju pompa bahan bakar. Bahan bakar dituangkan pada buret sebanyak 100 ml. Setelah mesin kendaraan siap di uji maka mesin kendaraan dihidupkan. Pengujian dilakukan dengan cara menghitung konsumsi bahan bakar selama 60 detik pada setiap putaran mesin dan setiap jenis bahan bakar yang digunakan. Putaran mesin yang digunakan sebesar 1.000 hingga 7.000 rpm. Hasil pengujian berupa data volume bahan bakar yang dibutuhkan saat putaran mesin 1.000 hingga 7.000 rpm. Skema pengujian dapat diamati pada [Gambar 2](#). Setelah data emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar diperoleh maka dilanjutkan rekap data untuk menganalisa data hasil pengujian.



Gambar 2. Skema pengujian konsumsi bahan bakar

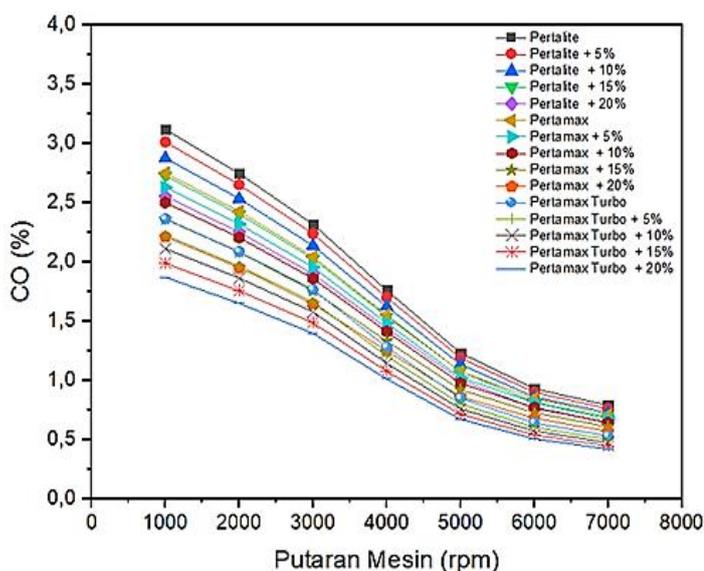
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian komparatif bahan bakar jenis *Gasoline* dengan campuran metanol sesuai dengan [Tabel 1](#) menghasilkan data emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar. Data emisi gas buang meliputi kadar karbon

monoksida, oksigen, hidro karbon dan karbon dioksida sedangkan konsumsi bahan bakar menghasilkan data volume bahan bakar yang dibutuhkan oleh mesin pada setiap putaran mesin selama 60 detik. Pembahasan hasil pengujian dipaparkan pada subbab berikut.

Karbon Monoksida (CO)

Hasil pengujian emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan salah satunya adalah karbon monoksida (CO). Hasil pengujian sesuai dengan metode penelitian yang dilakukan yaitu menganalisa bahan bakar campuran terhadap kadar emisi CO yang dihasilkan pada setiap putaran mesin. Hasil pengujian dapat diamati pada Gambar 3.



Gambar 3. Kadar karbon monoksida (CO) terhadap putaran mesin

Kadar CO hasil pengujian bahan bakar dengan penyampuran metanol dapat diamati pada Gambar 3. Kadar CO tertinggi sebesar 3,12% pada saat putaran mesin 1.000 rpm sedangkan kadar CO terendah 0,34% pada putaran mesin 7.000 rpm. Dari data yang dihasilkan maka dapat dianalisa bahwa semakin tinggi putaran mesin, emisi kadar CO yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini tampak pada Gambar 3 yang terlihat menghasilkan alur data semakin menurun. Kadar CO terus menurun seiring dengan meningkatnya putaran mesin dikarenakan reaksi pembakaran semakin besar yang terjadi di dalam ruang bakar. Semakin besar reaksi pembakaran maka kadar emisi CO yang dihasilkan semakin menurun.

Hasil pengujian pengaruh jenis bahan bakar terhadap kadar CO yang ditunjukkan pada Gambar 3 terjadi perbedaan. Jika ditinjau dari jenis bahan bakar seperti pertalite, pertamax dan pertamax turbo dapat dibedakan berdasarkan nilai oktannya. Bahan bakar pertamax turbo memiliki nilai oktan 98, pada pengujian yang telah dilakukan menghasilkan kadar emisi CO terendah jika

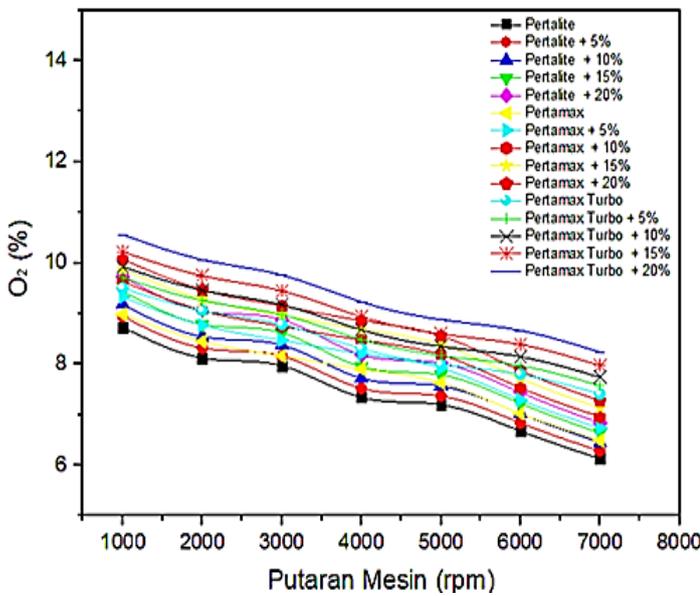
dibandingkan dengan bahan bakar jenis pertalite dan pertamax. Misalkan pada putaran mesin yang sama yaitu pada 1.000 rpm kadar yang CO yang dihasilkan bahan bakar pertalite, pertamax dan pertamax turbo masing-masing sebesar 3,12%, 2,75% dan 2,36%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penggunaan bahan bakar terhadap emisi CO yang dihasilkan oleh mesin. Hasil pengujian kadar CO menunjukkan bahwa nilai oktan mempengaruhi kadar CO. Semakin tinggi nilai oktan maka kadar CO yang dihasilkan semakin rendah. Nilai oktan merupakan besaran kompresi yang dihasilkan oleh bahan bakar di dalam ruang bakar. Kesesuaian bahan bakar terhadap jenis mesin akan menghasilkan kompresi yang optimal sesuai dengan kompresi yang dibutuhkan oleh mesin. Kompresi mesin yang optimal menghasilkan pembakaran yang sempurna di dalam ruang bakar. Selain itu, nilai oktan yang sesuai dengan kebutuhan mesin akan mengurangi detonasi di dalam ruang bakar. Oleh sebab itu, kadar CO yang dihasilkan lebih rendah dengan menggunakan bahan bakar yang memiliki nilai oktan tinggi.

Pengaruh metanol terhadap kadar CO dapat diamati pada Gambar 3. Terlihat pada Gambar 3 semakin banyak komposisi metanol menghasilkan kadar CO yang semakin rendah. Misalkan pada bahan bakar jenis pertamax turbo dengan komposisi 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% pada putaran mesin 1.000 rpm menghasilkan kadar CO masing-masing sebesar 2,36%, 2,23%, 2,11%, 1,99% dan 1,87%. Hal serupa juga terjadi pada bahan bakar pertalite dan pertamax. Terjadi penurunan kadar CO dengan penambahan metanol pada masing-masing bahan bakar. Kadar CO yang rendah disebabkan oleh reaksi pembakaran yang sempurna. Penambahan metanol menyebabkan pembakaran lebih sempurna sehingga knocking minim terjadi. Selain itu, akibat pembakaran yang lebih sempurna menyebabkan bahan bakar terbakar secara menyeluruh. Kadar karbon pada metanol yang lebih rendah jika dibandingkan dengan bahan bakar Gasoline turut mengurangi kadar CO pada emisi gas buang. Menurut penelitian Rifal dan Sinaga (2018), kadar karbon metanol sebesar 37,5% sedangkan Gasoline sebesar 85,8%. Hal ini menyebabkan kadar karbon monoksida menjadi menurun [12]. Selain itu, penambahan metanol dapat meningkatkan kadar O₂, kadar O₂ yang lebih banyak akan meningkatkan atau memperbaiki kondisi pembakaran antara bahan bakar dan udara.

Oksigen (O₂)

Selain karbon monoksida (CO) pada penelitian ini juga diketahui kadar oksigen (O₂) yang dihasilkan pada pengujian komparatif bahan bakar Gasoline dengan penambahan metanol. Pengujian komparatif menghasilkan data hubungan penggunaan bahan bakar

dan putaran mesin terhadap kadar O_2 . Hasil pengujian dapat diamati pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Kadar oksigen (O_2) terhadap putaran mesin

Hasil pengujian pada penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar O_2 saat putaran mesin meningkat. Kadar O_2 tertinggi sebesar 10,56% saat putaran mesin 1.000 rpm sedangkan kadar O_2 terendah sebesar 6,13% saat putaran mesin 7.000 rpm. Seiring dengan putaran mesin yang semakin tinggi tampak kadar O_2 yang dihasilkan semakin menurun. Jika ditinjau dari jenis bahan bakar maka kadar O_2 tertinggi menggunakan bahan bakar pertamax turbo dengan campuran metanol sebanyak 20% sedangkan kadar O_2 terendah menggunakan bahan bakar pertalite tanpa campuran metanol. Kadar O_2 semakin menurun terjadi pada semua jenis bahan bakar yang digunakan saat pengujian. Hal ini dipengaruhi oleh reaksi pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar. Saat putaran mesin yang tinggi, kadar O_2 semakin banyak bereaksi dengan bahan bakar. Semakin banyak O_2 yang bereaksi maka O_2 sedikit yang tersisa dan hal ini menyebabkan kadar O_2 semakin menurun [5].

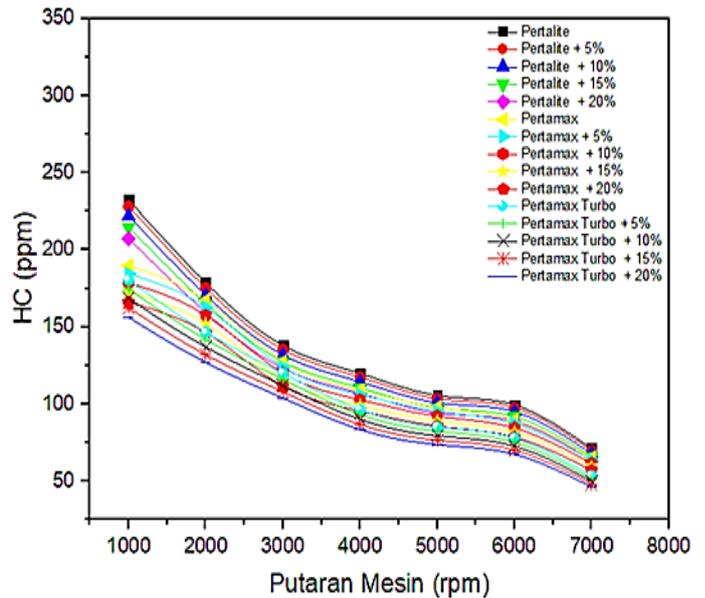
Bahan bakar tanpa campuran metanol menghasilkan alur penurunan kadar O_2 . Walaupun selisih kadar O_2 yang dihasilkan tidak terlalu signifikan. Namun terdapat perbedaan pada kadar O_2 yang dihasilkan pada setiap bahan bakar. Misalnya pada putaran mesin 1.000 rpm, kadar O_2 bahan bakar pertalite, pertamax dan pertamax turbo masing-masing menghasilkan kadar O_2 sebesar 8,73%; 8,98% dan 9,5%. Dari data yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan kadar O_2 yang dihasilkan pada masing-masing bahan bakar. Selisih kadar O_2 dipengaruhi oleh nilai oktan pada masing-masing bahan bakar. Nilai oktan mempengaruhi tingkat kompresi

pembakaran di dalam ruang bakar. Saat kompresi tinggi, reaksi pembakaran antara bahan bakar dan udara membutuhkan kadar O_2 yang cukup. Kadar O_2 yang cukup dipengaruhi oleh minimnya *knocking* dan detonasi. Penggunaan bahan bakar bernilai oktan yang lebih tinggi akan meminimalkan *knocking* dan detonasi [13].

Jika ditinjau dari penggunaan bahan bakar dengan campuran metanol terlihat kadar O_2 lebih banyak jika dibandingkan bahan bakar tanpa campuran metanol. Misalkan pada komposisi pertalite tanpa campuran dengan campuran metanol sebanyak 5%; 10%; 15% dan 20% pada putaran mesin 1.000 rpm menghasilkan selisih kadar O_2 masing-masing sebesar 0,21%; 0,45%; 0,72% dan 0,98%. Jika ditinjau lebih mendalam kadar O_2 tidak terjadi selisih yang signifikan namun dengan tambahan metanol pada bahan bakar menimbulkan kadar O_2 menjadi lebih banyak dihasilkan. Hal ini dikarenakan metanol lebih banyak mengandung unsur O_2 sehingga sisa partikel pembakaran akan menghasilkan O_2 yang lebih banyak dan keluar menuju knalpot.

Hidro Karbon (HC)

Pada pengujian komparatif bahan bakar *Gasoline* dengan penambahan metanol dilanjutkan dengan menganalisa kadar hidro karbon (HC). Hasil pengujian kadar HC pada masing-masing bahan bakar terhadap putaran mesin dapat diamati pada Gambar 5.



Gambar 5. Kadar hidro karbon (HC) terhadap putaran mesin

Pada Gambar 5 tampak kadar HC tertinggi sebesar 232 ppm saat putaran mesin 1.000 rpm sedangkan kadar HC terendah sebesar 46 ppm saat putaran mesin 7.000 rpm. Kadar HC tertinggi menggunakan bahan bakar pertalite tanpa campuran metanol sedangkan terendah menggunakan bahan bakar pertamax turbo dengan campuran metanol 20%. Semakin tinggi putaran mesin terjadi penurunan kadar HC dan hal ini terjadi pada

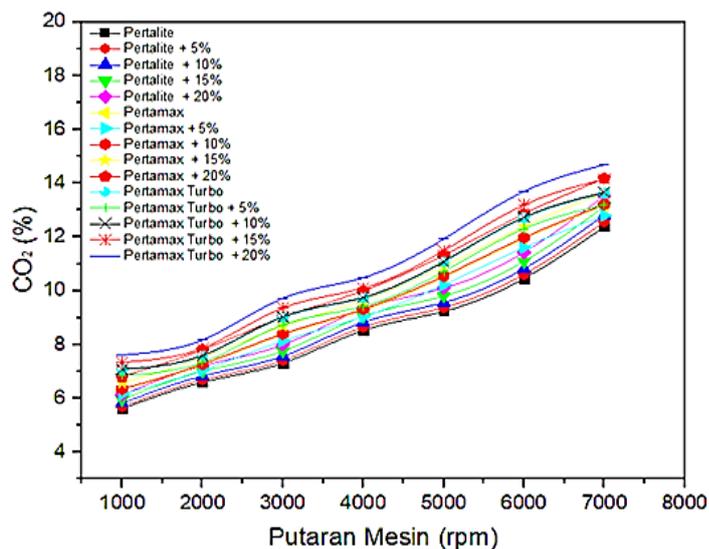
semua jenis bahan bakar yang digunakan saat pengujian. Kadar HC yang semakin menurun saat putaran mesin tinggi dipengaruhi oleh reaksi pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar. Semakin tinggi putaran mesin menyebabkan banyak bahan bakar dan udara yang terbakar di dalam ruang bakar sehingga bahan bakar dan udara menjadi homogen. Semakin homogen komposisi bahan bakar dan udara menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna. Selain itu, pada putaran mesin yang tinggi akan menimbulkan temperatur mesin yang semakin tinggi. Saat temperatur mesin tinggi menyebabkan bahan bakar dan udara lebih cepat terbakar. Fenomena ini menyebabkan kadar HC semakin menurun. Oleh karena itu terdapat hubungan antara putaran mesin dengan kadar HC yang dihasilkan pada masing-masing bahan bakar yang digunakan saat pengujian.

Bahan bakar *Gasoline* dengan jenis pertamax turbo tanpa campuran metanol menghasilkan kadar HC yang lebih rendah jika dibandingkan bahan bakar jenis pertalite dan pertamax tanpa campuran. Hal ini dapat ditunjukkan pada putaran mesin yang sama, misalkan putaran mesin 7.000 rpm. Kadar HC pada putaran 7.000 rpm dengan menggunakan bahan bakar pertamax turbo sebesar 53 ppm. Namun, pada jenis bahan bakar pertalite dan pertamax kadar HC yang dihasilkan masing-masing sebesar 71 ppm dan 65 ppm. Diketahui bahwa bahan bakar pertalite, pertamax dan pertamax turbo memiliki nilai oktan masing-masing sebesar 90, 92 dan 98. Nilai oktan akan mempengaruhi kompresi didalam ruang bakar. Nilai kompresi yang optimal akan menghasilkan emisi gas buang yang rendah, salah satunya kadar HC. Namun, selisih kadar HC pada pengujian tidak terlalu jauh.

Jika ditinjau dari penggunaan metanol sebagai campuran bahan bakar, penambahan metanol pada masing-masing jenis bahan bakar terlihat mempengaruhi kadar HC. Kadar HC terendah sebesar 46 ppm dengan komposisi bahan bakar pertamax turbo 80% dan metanol 20%. Namun kadar HC tertinggi sebesar 228 ppm dengan menggunakan bahan bakar pertalite 95% dan metanol 5%. Dari hasil pengujian yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan metanol mempengaruhi kadar HC. Semakin banyak penambahan metanol menghasilkan kadar HC yang rendah. Hal ini terjadi pada semua jenis bahan bakar dengan penambahan metanol. Kadar HC yang rendah dipengaruhi oleh minimnya residu hasil dari proses pembakaran di dalam ruang bakar.

Karbon Dioksida (CO₂)

Senyawa CO₂ tersusun atas satu unsur karbon (C) dan dua unsur oksigen (O). Senyawa CO₂ dapat dihasilkan melalui proses alamiah maupun proses pembakaran. Pada pengujian emisi gas buang, kadar CO₂ dihasilkan melalui proses pembakaran di dalam ruang bakar. Pengujian komparatif menghasilkan data hubungan penggunaan bahan bakar dan putaran mesin terhadap kadar CO₂. Kadar CO₂ hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diamati pada Gambar 6.



Gambar 6. Kadar Karbon Dioksida (CO₂) terhadap putaran mesin

Kadar CO₂ terendah pada pengujian yang telah dilakukan terletak pada putaran mesin 1.000 rpm sebesar 5,61% sedangkan kadar CO₂ tertinggi pada putaran 7.000 rpm sebesar 14,69%. Kadar CO₂ tertinggi menggunakan bahan bakar pertamax turbo dengan campuran metanol sebesar 20% sedangkan kadar CO₂ terendah menggunakan bahan bakar pertalite tanpa campuran metanol. Dapat diamati bahwa semakin tinggi putaran mesin kadar CO₂ semakin meningkat. Meningkatnya kadar CO₂ pada setiap putaran mesin disebabkan oleh senyawa oksigen yang lebih banyak bereaksi saat proses pembakaran. Saat senyawa oksigen lebih banyak bereaksi dan terbakar maka kadar CO₂ semakin banyak dihasilkan. Selain itu, putaran mesin yang tinggi membutuhkan komposisi bahan bakar dan udara yang banyak sehingga kadar CO₂ terus meningkat seiring dengan putaran mesin yang semakin tinggi.

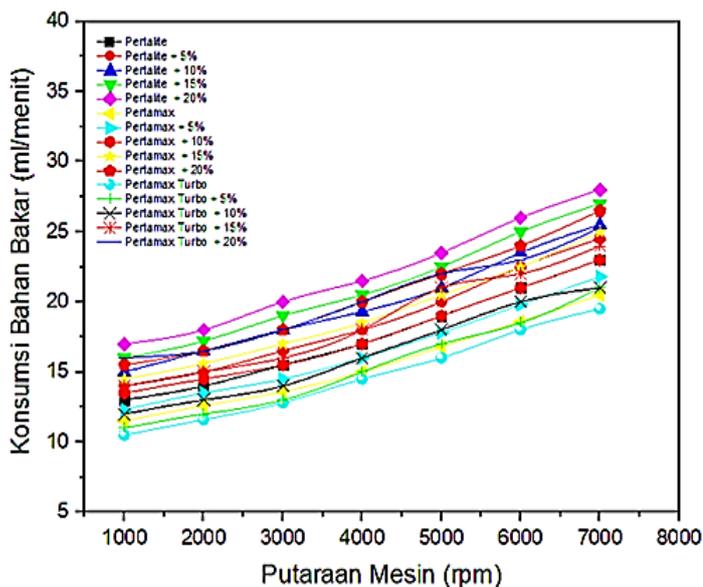
Pada Gambar 6 dapat diamati perbedaan jenis bahan bakar antara tanpa campuran dengan campuran metanol terhadap kadar CO₂. Kadar CO₂ terendah terletak pada jenis bahan bakar pertalite dengan rata-rata kadar CO₂ sebesar 8,59% sedangkan pertamax turbo sebesar 10,16%. Selisih rata-rata kadar CO₂ pada bahan bakar pertamax dan pertamax turbo terhadap pertalite masing-masing sebesar 0,96% dan 1,97%. Selisih rata-rata kadar CO₂ memang tidak terlalu jauh namun jenis bahan bakar yang digunakan menghasilkan kadar rata-rata yang berbeda. Bahan bakar dengan nilai oktan yang tinggi menghasilkan nilai CO₂ yang lebih banyak dari pada bahan bakar dengan nilai oktan yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan terjadi pembakaran yang lebih sempurna dengan menggunakan bahan bakar bernilai oktan yang lebih

tinggi. Selain itu, juga dipengaruhi tingkat kompresi yang dihasilkan pada masing-masing bahan bakar yang digunakan. Kompresi bahan bakar pertalite, pertamax dan pertamax turbo masing-masing sebesar 9:1; 10:1 dan 11:1. Tingkat kompresi bahan bakar menghasilkan pembakaran yang lebih optimal sehingga sisa pembakaran lebih banyak menghasilkan senyawa CO₂.

Pada Gambar 6 terlihat penambahan metanol mempengaruhi kadar CO₂. Terlihat kadar CO₂ yang dihasilkan semakin meningkat dengan meningkatnya prosentase metanol pada bahan bakar. Hal ini terjadi pada semua jenis bahan bakar yang digunakan pada saat pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metanol mempengaruhi kadar CO₂. Metanol mempengaruhi kadar CO₂ dikarenakan bahan bakar dan udara terbakar secara menyeluruh pada setiap putaran mesin sehingga kadar CO₂ yang dihasilkan semakin meningkat. Pengujian yang telah dilakukan dapat diamati bahwa kadar CO₂ yang dihasilkan berbanding terbalik dengan kadar HC dan CO.

Konsumsi Bahan Bakar

Pada Gambar 7 dapat diamati pengujian komparatif bahan bakar *Gasoline* dengan penambahan metanol yang menghasilkan data konsumsi bahan bakar pada setiap putaran mesin. Putaran mesin yang digunakan saat pengujian antara 1.000 hingga 7.000 rpm. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin sebagai berikut.



Gambar 7. Konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran mesin maka konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan semakin meningkat. Konsumsi bahan bakar tertinggi sebesar 28,5 ml/menit saat putaran mesin 7.000 rpm dengan komposisi bahan bakar 80% pertalite dan metanol 20%. Konsumsi bahan bakar terendah sebesar

10,6 ml/menit pada putaran mesin 1.000 rpm dengan menggunakan bahan bakar pertamax turbo tanpa campuran metanol. Konsumsi bahan bakar semakin meningkat saat putaran mesin tinggi disebabkan oleh volume bahan bakar dan udara yang dibutuhkan oleh mesin lebih banyak sehingga putaran mesin yang tinggi membutuhkan energi yang lebih besar.

Konsumsi bahan bakar dengan campuran metanol menghasilkan nilai konsumsi lebih tinggi. Jika dibandingkan dengan bahan bakar tanpa campuran metanol. Misalkan pada putaran mesin 7.000 rpm dengan menggunakan bahan bakar pertalite tanpa campuran dibandingkan dengan campuran metanol sebesar 5%, 10%, 15% dan 20% menghasilkan konsumsi bahan bakar masing-masing sebesar 23; 24,5; 25,6; 27 dan 28 ml/menit. Fenomena tersebut terjadi pada semua jenis bahan bakar yang digunakan saat penelitian. Hal ini dipengaruhi oleh reaksi pembakaran yang lebih cepat di dalam ruang bakar. Komposisi metanol yang berlebih menyebabkan bahan bakar menjadi lebih mudah terbakar. Akibat lebih mudah terbakar maka kebutuhan bahan bakar lebih banyak dikonversi menjadi daya di dalam ruang bakar [14]. Selain itu juga dipengaruhi oleh efisiensi volumetrik. Efisiensi volumetrik dengan menggunakan metanol membutuhkan lebih banyak bahan bakar di dalam ruang bakar [15]. Hal ini dikarenakan metanol memiliki masa jenis yang lebih besar jika dibandingkan dengan bahan bakar seperti pertalite, pertamax dan pertamax turbo. Oleh karena itu efisiensi volumetrik yang dibutuhkan di dalam ruang bakar menjadi lebih banyak.

PENUTUP

Kesimpulan hasil pengujian komparatif bahan bakar *Gasoline* dengan penambahan metanol terhadap emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar disimpulkan sebagai berikut:

1. Kadar CO tertinggi sebesar 3,12% pada putaran mesin 1.000 rpm dengan menggunakan bahan bakar pertalite tanpa campuran metanol. Kadar CO terendah sebesar 0,34% dengan menggunakan bahan bakar jenis pertamax turbo dengan campuran metanol sebesar 20% pada putaran mesin 7.000 rpm. Kadar CO bahan bakar pertamax turbo menghasilkan kadar terendah jika dibandingkan bahan bakar pertalite dan pertamax. Namun dengan campuran metanol kadar CO turun pada semua jenis bahan bakar yang digunakan saat pengujian.
2. Kadar O₂ tertinggi sebesar 10,56% pada putaran mesin 1.000 rpm dengan menggunakan bahan bakar pertamax turbo dengan campuran metanol sebesar 20% sedangkan kadar O₂ terendah sebesar 6,13%

pada putaran mesin 7.000 rpm dengan menggunakan bahan bakar pertalite tanpa campuran metanol.

3. Kadar HC tertinggi sebesar 232 ppm pada putaran mesin 1.000 rpm sedangkan kadar HC terendah sebesar 46 ppm pada putaran mesin 7.000 rpm. Kadar HC tertinggi menggunakan bahan bakar pertalite tanpa campuran metanol sedangkan terendah menggunakan bahan bakar pertamax turbo dengan campuran metanol sebesar 20%.
4. Kadar CO₂ terendah pada pengujian yang telah dilakukan terletak pada putaran mesin mesin 1.000 rpm sebesar 5,61% sedangkan kadar CO₂ tertinggi pada putaran 7.000 rpm sebesar 14,69%. Kadar CO₂ tertinggi menggunakan bahan bakar pertamax turbo dengan campuran metanol sebesar 20% sedangkan kadar CO₂ terendah menggunakan bahan bakar pertalite tanpa campuran metanol.
5. Konsumsi bahan bakar dengan campuran metanol menghasilkan nilai konsumsi bahan bakar lebih tinggi jika dibandingkan dengan bahan bakar tanpa campuran metanol.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. I. Sholeq And I. W. Susila, "Analisa Kinerja Mesin Dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Berbahan Bakar Campuran Bioetanol Dari Ampas Tebu Dan Premium," *J. Tek. Mesin*, Vol. 7, No. 3, Pp. 121–126, 2019.
- [2] S. Gunawan, H. Hasan, And R. D. W. Lubis, "Pemanfaatan Adsorben Dari Tongkol Jagung Sebagai Karbon Aktif Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur Dan Energi*, Vol. 3, No. 1, Pp. 38 – 47, 2020.
- [3] D. Wahyudi, D. H. T. Prasetyo, And A. Muhammad, "Pengaruh Bahan Bakar Dan Busi Terhadap Jarak Tempuh," Vol. 4, No. 13, Pp. 1–6, 2021.
- [4] R. R. Rusdiani, "Kajian Faktor Emisi Kendaraan Bermotor Bahan Bakar Gasolin Roda Dua Di Kota Surabaya," *Thesis*, P. 159, 2018.
- [5] D. H. T. Prasetyo, A. Muhammad, M. A. Baihaqi, H. Abdillah, And L. K. Supraptiningsih, "Pengaruh Nilai Ron Pada Bahan Bakar Jenis Bensin Terhadap Emisi Gas Buang," *Cermin*, Vol. 6, Pp. 561–571, 2022.
- [6] N. Evalina, B. Putro, And Z. Zulfikar, "Analisis Karakteristik Pembangkit Listrik Hot Air Stirling Engine Dengan Bahan Bakar Metanol," *Rele (Rekayasa Elektr. Dan Energi) J. Tek. Elektro*, Vol. 2, No. 2, Pp. 89–94, 2020, Doi: 10.30596/Rele.V2i2.4423.
- [7] G. Sumihe, M. R. J. Runtuwene, And J. A. Rorong, "Analisis Fitokimia Dan Penentuan Nilai Lc50 Ekstrak Metanol Daun Liwas," *J. Ilm. Sains*, Vol. 14, No. 2, P. 125, 2014, Doi: 10.35799/Jis.14.2.2014.6070.
- [8] D. H. T. Prasetyo And D. Wahyudi, "Analisis Pengaruh Pipa Inner Sebagai Katalis Metanol Dengan Memanfaatkan Energi Panas Yang Terbuang," Vol. 5, Pp. 7–13, 2022.
- [9] D. Wahyudi And D. H. T. Prasetyo, "Pengaruh Modifikasi Venturi Pada Kendaraan Dengan Sistem Distribusi Bahan Bakar Menggunakan Karburator," Vol. 5, No. 2, Pp. 31–35, 2022.
- [10] Ponidi And I. A. D. S. Putri, "Analisa Emisi Gas Buang Nissan X -Trail Dengan Bahan Bakar Pertalite Dengan Penambahan Ethanol Dan Pertamax," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur Dan Energi*, Vol. 5, No. 2, Pp. 94–101, 2022.
- [11] H. Sirait, E. Alwi, And T. Sugiarto, "Pengaruh Penambahan Metanol Pada Premium Terhadap Emisi Gas Buang Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Kawasaki Kr 150 N (Ninja) Tahun 2013," *Automot. Eng. Educ. Journals*, Vol. 1, No. 2, Pp. 1–11, 2015.
- [12] M. Rifal And N. Sinaga, "Kaji Eksperimental Rasio Metanol-Bensin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar, Emisi Gas Buang, Torsi Dan Daya," *Gorontalo J. Infrastruct. Sci. Eng.*, Vol. 1, No. 1, P. 47, 2018, Doi: 10.32662/Gojise.V1i1.140.
- [13] I. N. D. K. Dewi, D. H. T. Prasetyo, And W. N. Achmadin, "Perbandingan Kenaikan Daya Bahan Bakar Campuran Terhadap Kinerja Mesin Standar 125 Cc," vol. 5, pp. 50–53, 2022.
- [14] F. Lukman Sanjaya, "Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Mesin Motor 100Cc Berbahan Bakar Premium Dan Metanol," *Nozzle J. Mech. Eng.*, vol. 9, no. 2, pp. 38–40, 2020, [Online]. Available: www.bps.go.id,
- [15] F. Lukman Sanjaya and F. Fatkhurrozak, "Gas Buang Mesin Motor 100 Cc Berbahan Bakar Premium," *Nozzle J. Mech. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 40–42, 2019.