



Jurnal Artikel

**PENGARUH PENAMBAHAN ETANOL DI BAHAN BAKAR  
TERHADAP PRESTASI MESIN 4 TAK**

Suhartoyo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta  
[hartoyoatw91@gmail.com](mailto:hartoyoatw91@gmail.com); suhartoyo@sttw.ac.id

Artikel Info -: Received : ; Revised : ; Accepted:

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan etanol berkadar 96% dalam bahan bakar. Data hasil pengujian menyebutkan bahan bakar pertalit memiliki nilai kadar Karbon Monoksida (CO) yang lebih tinggi daripada bahan bakar variasi campuran pertalit dan etanol. Nilai paling tinggi pada rpm 7000 di semua variasi bahan bakar, kadar CO sebesar 7.82% bahan bakar pertalit. Kadar CO paling rendah di rpm 7000 sebesar 5.76% dengan bahan bakar pertalit + etanol 15% campuran. Kadar HC paling tinggi adalah sebesar 286 ppm pada variasi bahan bakar campuran pertalit + etanol 5% campuran. Kandungan hc paling rendah di rpm 7000 adalah sebesar 210 ppm menggunakan bahan bakar campuran pertalit + etanol 10% volume campuran. Kandungan CO<sub>2</sub> paling tinggi yaitu hasil pembakaran diruang pembakaran dengan bahan bakar campuran pertalit+etanol 15% volume campuran saat rpm diatas 5000 dibandingkan dengan semua variasi bahan bakar yang di uji. Kandungan CO<sub>2</sub> terbesar di rpm 9000 dengan menggunakan bahan bakar campuran pertalit+etanol 15% volume campuran, kandungan CO<sub>2</sub> sebesar 11,8 dan paling rendah di rpm yang sama adalah kandungan CO<sub>2</sub> dengan menggunakan bahan bakar pertalit sebesar 8,7. Torsi paling besar di rpm 6000 dengan bahan bakar campuran pertalit + etanol 15% volume campuran sebesar 8,8 Nm. Daya motor tertinggi dengan bahan bakar campuran pertalit + etanol 15% campuran yaitu sebesar 9,65 ps di rpm 8000.

**Kata kunci:** Pertalit, etanol, daya, torsi, CO, HC.

**Abstract**

*This study aims to determine the effect of adding 96% ethanol to fuel. The test data show that pertalite fuel has a higher value of Carbon Monoxide (CO) content than mixed pertalite fuel and ethanol. The highest value at 7000 rpm in all variations of fuel, CO content of 7.82% pertalite fuel. The lowest CO content at 7000 rpm is 5.76% with pertalite fuel + 15% ethanol mixture. The highest HC content was 286 ppm in the mixed fuel variation of pertalite + 5% ethanol mixture. The lowest HC content at 7000 rpm is 210 ppm using a mixture of pertalite fuel + 10% ethanol mixed volume. The highest CO<sub>2</sub> content is the result of combustion in the combustion chamber with a mixture of pertalite + ethanol fuel 15% of the volume of the mixture when the rpm is above 5000 compared to all variations of the fuel tested. The largest CO<sub>2</sub> content at 9000 rpm using pertalite + ethanol mixture fuel 15% mixed volume, CO<sub>2</sub> content of 11.8, and the lowest at the same rpm is CO<sub>2</sub> content using pertalite fuel of 8.7. The greatest torque is at 6000 rpm with a mixture of pertalite + 15% ethanol fuel mixture volume of 8.8 Nm. The highest motor power with a mixture of pertalite fuel + 15% ethanol mixture is 9.65 ps at 8000 rpm.*

**Keywords:** Pertalite, ethanol, power, torque, CO, HC.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah populasi manusia mengakibatkan peningkatan kebutuhan manusia. Kebutuhan manusia akan sandang, pangan dan transportasi. Untuk mencukupi

kebutuhan tersebut tentunya juga banyak didirikan industri dan transportasi. Ada sisi positif dan ada sisi negatifnya, sisi positifnya adalah tercukupinya sebagian besar kebutuhan manusia dan transportasi tapi sisi negatifnya yaitu pencemaran lingkungan karena pembuangan limbah industri maupun asap dari industri, sampah yang semakin lama semakin menumpuk terutama sampah plastik yang tidak bisa terurai. Permasalahan yang lain adalah mulai berkurangnya bahan bakar fosil dan meningkatnya polusi udara yang diakibatkan gas buang kendaraan konvensional. Mesin otto dan diesel adalah jawaban teknologi mengenai kebutuhan transportasi, mesin otto dan mesin diesel masih menggunakan bahan bakar fosil. [1].

Kendaraan konvensional berbahan bakar fosil menyumbangkan paling tinggi emisi gas buang terutama gas carbon monoksida (CO) [2]. Gas buang kendaraan adalah menyumbang terbesar pencemaran udara, artinya gas buang kendaraan berperan besar dalam bertambahnya polusi udara terlebih kondisi kendaraan lama yang tidak sesuai standar emisi gas buang. Penyebab paling utama dari bertambahnya kandungan emisi gas buang beracun adalah pembakaran bahan bakar yang tidak sempurna di dalam silinder [3][2]. Hampir 60 % dari polusi udara yang terdiri dari CO dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon(HC) dan partikel lainnya. Zat tersebut sangat membahayakan kesehatan manusia [4].

Beberapa upaya yang dilakukan antara lain dengan penggunaan bahan bakar berasal dari biomassa, biomassa yang banyak mengandung glukosa diolah sedemikian rupa dan menghasilkan etanol, etanol berasal dari pengolahan glukosa yang terkandung dalam biomassa melalui sebuah proses yang dinamakan fermentasi, Proses fermentasi membutuhkan mikroorganisme [5].

Proses pembuatan etanol adalah dengan perubahan polisakarida menjadi gula sederhana kemudian dilanjutkan dengan fermentasi dan terakhir adalah destilasi atau proses pemurnian etanol sampai kadar yang diinginkan. Etanol adalah hidrokarbon yang memiliki rantai pendek yang bisa

dijadikan bahan bakar kendaraan, tetapi hanya sebatas zat aditif yang diharapkan dapat meningkatkan nilai oktan campuran bahan bakar tersebut. Etanol yang digunakan untuk campuran bahan bakar berasal dari hasil fermentasi biomassa yang mempunyai kandungan molase. Molase tersebut diproses sedemikian rupa untuk menghasilkan etanol.. Penggunaan etanol sebagai bahan bakar diharapkan mampu mengurangi kadar CO dalam emisi gas buang, karena pembakaran di ruang bakar kendaraan menjadi sempurna karena etanol mengandung oksigen[6]. Bila pembakaran di ruang bakar sempurna maka emisi gas buang terutama gas CO sangat kecil, sehingga diharapkan akan lebih ramah lingkungan. Etanol dengan rumus kimia  $C_2H_5OH$  yang ditambahkan ke bahan bakar fosil, memiliki keunggulan karena bahan bakar tersebut berasal dari biomassa dan mudah dicampur dengan bahan bakar konvensional atau fosil, bahan bakar etanol memiliki sifat keterbaruan, dan dapat mengurangi pencemaran udara yang diakibatkan gas buang kendaraan. Etanol yang dicampur dalam bahan bakar kendaraan dapat meningkatkan nilai oktan[7]. Salah satu keunggulan dari etanol adalah memiliki kecepatan nyala yang lebih tinggi dari bensin dan dapat meningkatkan efisiensi thermal dengan meningkatnya pembakaran di ruang bakar [8]. Efisiensi kendaraan bermotor sangat dipengaruhi oleh jenis mesin dan jenis bahan bakar yang digunakan, Etanol memiliki angka oktan sebesar 108 dan pertalite memiliki angka oktan sebesar 90[9]. Penambahan etanol dalam campuran bahan bakar kendaraan dapat menambah nilai bahan bakar kendaraan[7]. Angka RON pertalite lebih rendah dibandingkan dengan etanol [10].

Maka dalam penelitian ini menggunakan bahan bakar dari biomassa sebagai campuran bahan bakar fosil, pencampuran tersebut dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh dan efektifitas penggunaan bahan bakar dari biomassa

yaitu etanol untuk menyerap kadar CO dalam emisi gas buang.

**2. METODE**

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan menggunakan peralatan dan bahan sebagai berikut : bahan bakar menggunakan pertalit dan dicampur dengan etanol, variasi bahan bakar adalah pertalit, campuran pertalit + etanol sebanyak 5% volume campuran, pertalit + etanol sebanyak 10% volume campuran, pertalit + etanol sebanyak 15% volume campuran. Etanol yang digunakan untuk pengujian adalah etanol berkadar 96% di beli dari toko kimia, pertalit di beli di POM bensin. Pengujian menggunakan motor 4 tak roda 2 dengan data mesin sebagai berikut :

Tabel 1 Data mesin

Diameter x langkah	53,5 x 55,2 mm.
Tipe mesin	Silinder tunggal, 4 langkah SOHC berpendingin udara.
Volume Silinder	124 CC
Rasio kompresi	9.6 : 1.

Pengujian yang dilakukan adalah uji emisi gas buang kendaraan dengan variasi rpm adalah sebagai berikut : 1300, 3000, 5000, 7000, 9000. Pengukuran rpm dengan thaco meter. Pengujian emisi gas buang menggunakan gas analiser merk Qrotech (QRO 401). Untuk menghasilkan data torsi dan daya motor menggunakan dynamometer inersia.

Pelaksanaan pengujian juga memerlukan alat bantu dan pendukung antara lain : gelas ukur yang digunakan untuk mengukur campuran, obeng dan kunci pas untuk penyetelan mesin.

Pencampuran bahan bakar pertalit dan etanol harus pas ukurannya, pencampuran didalam gelas ukur dan segera di gunakan untuk pengujian. Bila terlalu lama penyimpanan setelah di campur, ditakutkan campuran bahan

bakar akan memisah lagi karena berasal dari bahan yang memiliki densitas yang berbeda. Sebelum pengujian dilakukan pastikan motor dalam kondisi siap uji. Busi yang digunakan di ganti sebelum pengujian setiap variasinya, agar mendapatkan hasil yang terbaik.

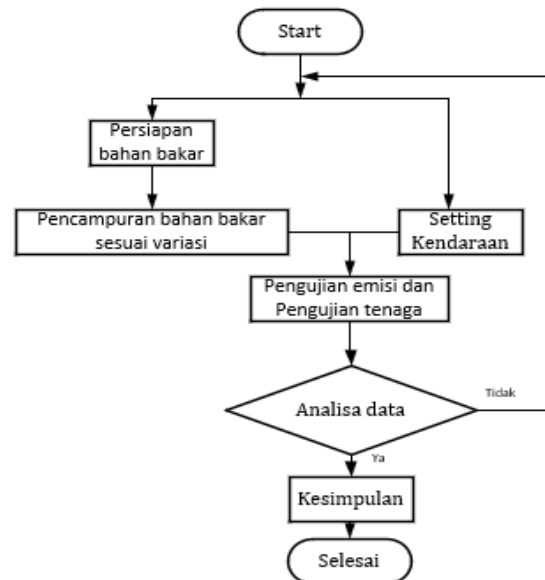
Penggunaan busi yang berkualitas baik akan berpengaruh terhadap gas buang kendaraan, terutama kandungan CO dalam gas buang kendaraan [11].

Mesin untuk pengujian tenaga kendaraan, adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Dynojet model 250 untuk pengujian tenaga.

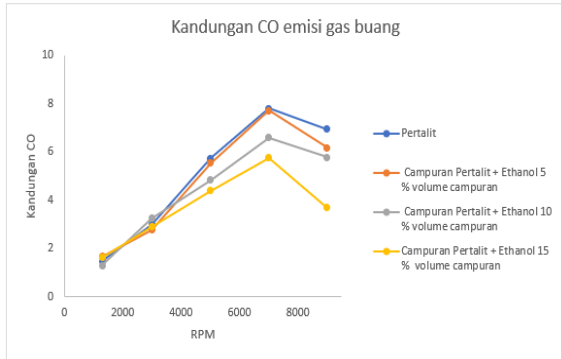
Agar memudahkan dalam melaksanakan penelitian maka dibuat diagram alir, Diagram alir penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

**3. HASIL**

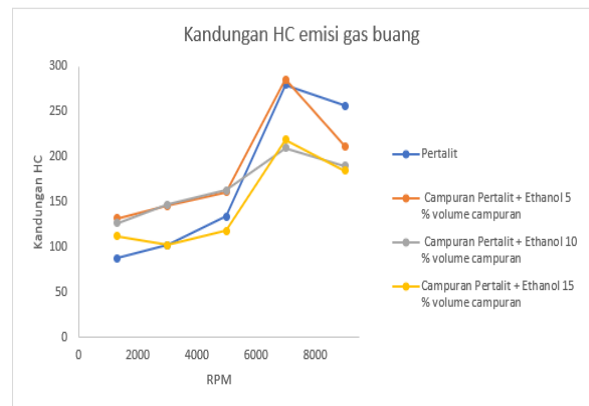
Efek penggunaan etanol dalam campuran bahan bakar, dapat dilihat di gambar 3-5.



Gambar 3. Kandungan CO dalam gas buang

Gambar 3 dapat diketahui bahwa bahan bakar pertalite memiliki nilai kadar CO yang lebih tinggi dari pada bahan bakar variasi campuran pertalite dan etanol. Nilai paling tinggi pada rpm 7000 di semua variasi bahan bakar, kadar CO sebesar 7.82 % bahan bakar pertalite. Kadar CO paling rendah di rpm 7000 sebesar 5,76 % dengan bahan bakar pertalite + etanol 15% campuran. Kadar CO turun semua variasi bahan bakar pada rpm diatas rpm 7000, saat rpm dibawah 7000 kadar CO naik di semua variasi. CO adalah gas beracun yang terbentuk dalam gas buang kendaraan karena pembakaran yang tidak sempurna [12]. Kadar CO dalam emisi gas buang naik karena pada proses pembakaran kurang udara terutama bahan bakar yang tanpa dicampur dengan etanol. Kandungan CO dalam gas buang tinggi karena kurangnya oksigen dalam bahan bakar [3]. Kadar CO akan menurun pada rpm diatas rpm 7000 karena rpm mesin tinggi akan menyebabkan temperatur mesin meningkat dan viskositas bahan bakar menjadi lebih rendah, semakin rendahnya bahan bakar mengakibatkan lebih mudahnya bahan bakar dikabutkan dan bercampur dengan udara sehingga pembakaran di ruang bakar menjadi sempurna, pembakaran sempurna mengakibatkan pembakaran menjadi sempurna. Bahan bakar yang di campur dengan etanol akan menghasilkan kadar CO lebih rendah dibandingkan bahan bakar yang tidak dicampuri dengan etanol, karena

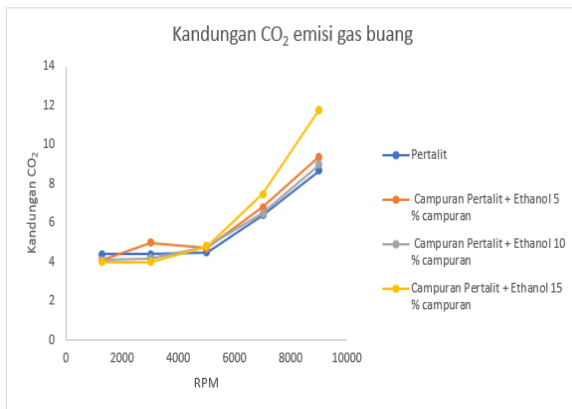
etanol merupakan senyawa oksigenat yang memiliki satu molekul OH dalam susunan molekulnya. Oksigen yang terkandung dalam etanol membantu pembakaran sempurna didalam ruang bakar kendaraan sehingga kadar CO dalam emisi gas buang menjadi lebih kecil. Oksigen dalam etanol menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna, dan etanol bila terbakar akan menghasilkan polutan yang lebih rendah dari bahan bakar gasoline [6].



Gambar 4. Kandungan HC dalam emisi gas buang

Gambar 4 adalah grafik hasil uji emisi menjelaskan tentang kandungan HC dalam emisi gas buang. Kandungan HC dalam gas buang paling tinggi pada rpm 7000, sebelum rpm 7000 kandungan HC dalam emisi gas buang naik di semua variasi bahan bakar, dan turun setelah rpm 7000. Kadar HC paling tinggi adalah sebesar 286 ppm pada variasi bahan bakar campuran pertalite + etanol 5% campuran. Kandungan HC paling rendah di rpm 7000 adalah sebesar 210ppm menggunakan bahan bakar campuran pertalite + etanol 10% volume campuran. Kandungan HC pada gas buang tinggi akibat terjadinya pembakaran yang tidak sempurna, bahan bakar terjebak pada celah yang sempit di ruang bakar akibat quenching efek pada dinding silinder, Bahan bakar keluar dari ruang bakar masih dalam bentuk hidrokarbon bersama dengan gas sisa pembakaran di knalpot kendaraan. Semakin tinggi putaran mesin mengakibatkan kandungan HC semakin

mengecil, disebabkan saat putaran mesin tinggi temperatur ruang bakar menjadi meningkat. Temperatur ruang bakar tinggi mengakibatkan campuran bahan bakar dan udara lebih mudah terbakar dan akhirnya kandungan HC akan menurun seiring meningkatnya rpm mesin kendaraan. Penggunaan etanol sebagai tambahan campuran bahan bakar berdampak pada penurunan CO dan HC dan CO<sub>2</sub> akan naik [13][2].

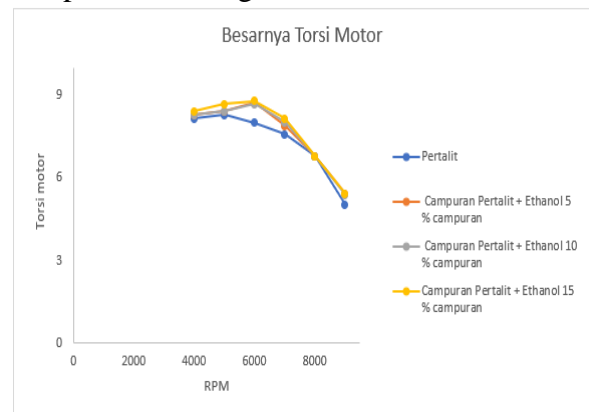


Gambar 5 Kandungan CO<sub>2</sub> dalam emisi gas buang

Gambar 5 menjelaskan mengenai kadar CO<sub>2</sub> dalam emisi gas buang kendaraan, kenaikan kadar CO<sub>2</sub> terlihat di semua variasi bahan bakar. Kenaikan gas CO<sub>2</sub> terlihat mulai rpm 5000 di semua variasi bahan bakar kendaraan. Kandungan CO<sub>2</sub> paling tinggi yaitu hasil pembakaran di ruang pembakaran dengan bahan bakar campuran pertalite+etanol 15% volume campuran saat rpm diatas 5000 dibandingkan dengan semua variasi bahan bakar yang di uji. Kandungan CO<sub>2</sub> terbesar di rpm 9000 dengan menggunakan bahan bakar campuran pertalite+etanol 15% volume campuran, kandungan CO<sub>2</sub> sebesar 11,8 dan paling rendah di rpm yang sama adalah kandungan CO<sub>2</sub> dengan menggunakan bahan bakar pertalite sebesar 8,7.

Kandungan CO<sub>2</sub> dalam gas buang kendaraan terbentuk akibat pembakaran yang sempurna di ruang bakar. Semakin tinggi kandungan CO<sub>2</sub> di gas buang kendaraan menunjukkan pembakaran di

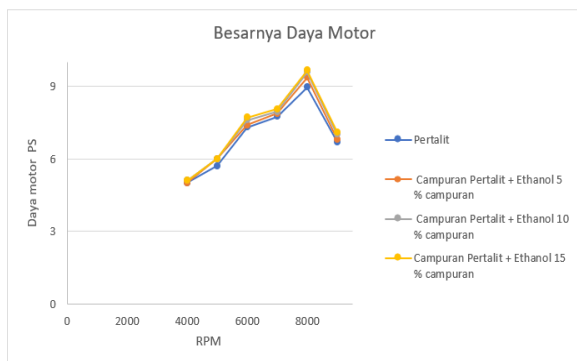
ruang bakar semakin sempurna. Putaran tinggi mesin kendaraan berpengaruh terhadap hasil kandungan CO<sub>2</sub> di dalam ruang bakar dibandingkan kandungan CO<sub>2</sub> gas buang kendaraan pada putaran rendah Emisi CO<sub>2</sub>. Kandungan CO<sub>2</sub> hasil pembakaran bahan bakar semua variasi berbanding terbalik dengan kandungan HC dan CO. Semakin tinggi kadar CO<sub>2</sub> semakin rendah kandungan HC dan CO dalam gas buang kendaraan, yang berarti semakin tinggi CO<sub>2</sub> semakin sedikit bahan bakar yang terbuang karena terbakar sempurna di ruang bakar kendaraan.



Gambar 6. Besarnya torsi motor

Gambar 6 menjelaskan mengenai grafik hasil pengujian torsi motor dengan berbagai macam variasi bahan bakar. Terlihat kenaikan torsi antara rpm 4000- rpm 6000, setelah rpm 6000 torsi turun dan paling kecil di semua variasi bahan bakar pada rpm 9000. Torsi paling besar di rpm 6000 dengan bahan bakar campuran pertalite + etanol 15 % volume campuran sebesar 8,8 Nm. Penurunan torsi setelah rpm 6000 disebabkan oleh meningkatnya momen inersia pada poros engkol. Bahan bakar campuran pertalite + etanol pada putaran tinggi dapat meningkatkan torsi dibandingkan bahan bakar tanpa campuran etanol, peningkatan torsi terlihat pada rpm 5000 dan rpm 6000 dengan membandingkan bahan bakar dengan tambahan etanol dan tanpa menggunakan tambahan etanol. Terjadi perubahan torsi mesin seiring dengan semakin tinggi putaran mesin pada rpm 5000 dan rpm 6000

yang menggunakan bahan bakar dicampur etanol. Penurunan torsi juga disebabkan karena suplai bahan bakar masuk ke dalam ruang bakar berkurang dan kompresi menurun [14].



Gambar 7 Besarnya daya motor

Gambar 7 adalah grafik hasil pengujian daya motor dengan berbagai variasi bahan bakar. Terlihat kenaikan daya pada rpm 4000 sampai rpm 8000 dan setelah rpm 8000 daya menjadi turun. Daya motor tertinggi dengan bahan bakar campuran pertalite + etanol 15 % campuran yaitu sebesar 9,65 ps di rpm 8000. Di rpm yang sama daya paling kecil adalah 8.95 dengan menggunakan bahan bakar pertalite.

Pada kecepatan mesin yang lebih tinggi dari 7000 rpm, daya efektif cenderung menurun dengan meningkatnya kecepatan putaran mesin. Daya kendaraan akan turun pada putaran tinggi [4]. Semakin tinggi kecepatan mesin menyebabkan efisiensi volumetrik mencapai maksimum dan kemudian menurun. Kondisi ini disebabkan karena fenomena aliran tersedak. Kondisi ini terjadi ketika tingkat aliran bahan bakar tidak bisa meningkat dengan peningkatan lebih lanjut dalam penurunan tekanan pada inlet. Akibatnya, fenomena aliran sekali tersedak terjadi, maka efisiensi volumetrik secara signifikan menurun dan daya mesin juga akan menurun [15].

#### 4. KESIMPULAN

Hasil pengujian yang dilakukan adalah uji emisi terutama kadar CO, HC dan CO<sub>2</sub> dalam emisi gas buang kendaraan,

pengujian juga untuk menguji daya dan torsi motor, bahan bakar yang digunakan adalah pertalite, campuran pertalite + etanol sebanyak 5% volume campuran, pertalite + etanol sebanyak 10% volume campuran, pertalite + etanol sebanyak 15% volume campuran. Hasil pengujian emisi gas buang adalah sebagai berikut : bahan bakar pertalite memiliki nilai kadar CO yang lebih tinggi dari pada bahan bakar variasi campuran pertalite dan etanol. Nilai paling tinggi pada rpm 7000 di semua variasi bahan bakar, kadar CO sebesar 7.82 % bahan bakar pertalite. Kadar CO paling rendah di rpm 7000 sebesar 5,76 % dengan bahan bakar pertalite + etanol 15% campuran. Kadar CO turun semua variasi bahan bakar pada rpm diatas rpm 7000, saat rpm dibawah 7000 kadar CO naik di semua variasi. Kandungan HC dalam gas buang paling tinggi pada rpm 7000, sebelum rpm 7000 kandungan HC dalam emisi gas buang naik di semua variasi bahan bakar, dan turun setelah rpm 7000. Kadar HC paling tinggi adalah sebesar 286 ppm pada variasi bahan bakar campuran pertalite + etanol 5% campuran. Kandungan HC paling rendah di rpm 7000 adalah sebesar 210 ppm menggunakan bahan bakar campuran pertalite + etanol 10% volume campuran. Kandungan CO<sub>2</sub> paling tinggi yaitu hasil pembakaran diruang pembakaran dengan bahan bakar campuran pertalite+etanol 15% volume campuran saat rpm diatas 5000 dibandingkan dengan semua variasi bahan bakar yang di uji. Kandungan CO<sub>2</sub> terbesar di rpm 9000 dengan menggunakan bahan bakar campuran pertalite + etanol 15% volume campuran, kandungan CO<sub>2</sub> sebesar 11,8 dan paling rendah di rpm yang sama adalah kandungan CO<sub>2</sub> dengan menggunakan bahan bakar pertalite sebesar 8,7.

kenaikan torsi antara rpm 4000- rpm 6000, setelah rpm 6000 torsi turun dan paling kecil di semua variasi bahan bakar pada rpm 9000. Torsi paling besar di rpm 6000 dengan bahan bakar campuran pertalite + etanol 15 % volume campuran sebesar 8,8 Nm, penurunan torsi setelah rpm 6000.

Kenaikan daya pada rpm 4000 sampai rpm 8000 dan setelah rpm 8000 daya menjadi turun. Daya motor tertinggi dengan bahan bakar campuran pertalit + etanol 15 % campuran yaitu sebesar 9,65 ps di rpm 8000. Di rpm yang sama daya paling kecil adalah 8.95 dengan menggunakan bahan bakar pertalit.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Yudistirani, K. H. Mahmud, F. A. Ummamy, and A. I. Ramadhan, "Analisa Performa Mesin Motor 4 Langkah 110CC Dengan Menggunakan Campuran Bioetanol-Pertamak," *J. Teknol.*, vol. 11, no. 1, pp. 85–90, 2019.
- [2] A. S. Nugroho, "Tembaga-SiO Dan Gasohol E10 Untuk Mengurangi Emisi CO Gas Buang Kendaraan," *TRAKSI Maj. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 20, no. 1, pp. 59–71, 2020.
- [3] H. A.H.Sebayang;J.Sutrisno;B.Nurulita, "Perbandingan Busi Standar Dan Busi ulti Elektroda Terhadap Kinerja Dan Emisi Gas Buang Pada Mesin Bensin," *Din. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 2, pp. 144–151, 2020.
- [4] M. Z. Ruliansyah, G. E. Kusuma, and M. Shah, "Rancang Bangun Evaporator Pada Exhaust 4-Sroke Fuel Injection SI Engine Sepeda Motor Untuk Dual Fuel Bensin-uap Bioethanol," 2017.
- [5] I. K. A. Sugiarta, I. G. B. W. Kusuma, and I. G. N. N. Santhiarsa, "Pengujian Alat Konversi Sampah Menjadi Etanol," *J. METTEK*, vol. 3, no. 1, pp. 53–59, 2017.
- [6] S. 1; M. A. P. A. Sampurno, "Pengaruh Penyetelan Mesin Menggunakan BB Gasohol E15 terhadap Emisi," *J. Energi Dan Teknol. Manufaktur (JETM)*, vol. 02, no. 01, pp. 1–6, 2019.
- [7] M. H. R. N. Fikha, "Pengaruh Variasi Pencampuran Bio Etanol Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin," *ITEKS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2017.
- [8] H. K. Y. K. O. Balci, "hassan koten 2020.pdf," *Adv. Mech. Eng.*, vol. 12, no. 7, pp. 1–13, 2020.
- [9] Y. Nofendri, "Pengaruh Penambahan Aditif Etanol Pada Bensin RON 88 dan RON 92 Terhadap Prestasi Mesin," *J. Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, vol. 1, no. April, pp. 33–39, 2018.
- [10] I. M. M. I. M. . Sayogo;I.M.Nuarsa;I.B.Alit, "Analisis emisi gas buang kendaraan berbahan bakar etanol Analysis of exhaust emissions of ethanol-fueled vehicles," *Din. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 45–57, 2019.
- [11] J. Sriyanto, "Pengaruh Tipe Busi Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor," *Automot. Exp.*, no. December 2018, pp. 64–69, 2018, doi: 10.31603/ae.v1i03.2362.
- [12] Arif Setyo Nugroho ; Arif Hidayat, "Katalis GRranule CU-SiO 2 -C Guna Mereduksi Gas Buang CO Pada Kendaraan Berbahan Bakar Gasolin Dan Ethanol," in *Prosiding SNATIF ke 5*, 2018, pp. 507–510.
- [13] A. S. Nugroho;, K. Yulianto, and Thoharudin, "Reduction of CO And HC Emission On ZSM-5 Catalyst Support On Activated carbon In Motorcycle Fueled Gasolin-Ethanol Blends," *J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 11, no. 6, pp. 1196–1200, 2016.
- [14] Z. I. Sholeq; and I. wayan Susila, "Analisa Kinerja Mesin Dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Berbahan bakar Campuran Bioetanol dari Ampas Tebu Dan Premium," *JTM*, vol. 7, no. 3, pp. 121–126, 2019.
- [15] M. N. Sasongko, "Pengaruh Prosentase Etanol Terhadap Daya Dan Konsumsi Bahan Bakar Mesin Pembakaran Busi," *J. Energi dan Manufaktur*, vol. 9, no. 2, pp. 147–149, 2016.

