

Pengaruh Komposisi Bahan Bakar Campuran Metanol Bensin Terhadap Kinerja Mesin Dan Emisi Gas Buang Pada Motor Yamaha Nmax

Kevin Brandon Christian Paoki, Ainul Ghurri, dan Tjokorda Gde Tirta Nindhia
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Cepat atau lambat sumber minyak (fossil fuel) akan habis karena minyak bumi merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Metanol menjadi salah satu sumber energi alternatif yang dapat mengurangi penggunaan minyak bumi. Dengan ditambahkan metanol dalam mesin kendaraan maka emisi gas buang dan kinerja mesin yang dihasilkan juga akan berubah. Pencampuran metanol pada bahan bakar kendaraan dilakukan dengan kadar 5% (M5), 15% (M15), dan 20% (M20). Bahan bakar yang telah dicampur dengan metanol diharapkan dapat mengurangi emisi gas buang dan meningkatkan torsi serta daya yang dihasilkan oleh mesin kendaraan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin Dyno Test Super Dyno 50L untuk mengetahui perubahan torsi dan daya kendaraan, sedangkan pengujian emisi kendaraan menggunakan mesin Muller Beam 10000 MX. Hasil pengujian kinerja mesin menunjukkan bahwa dengan ditambahkan metanol terjadi perubahan torsi dan daya yang dihasilkan mesin kendaraan. M20 menjadi bahan bakar campuran yang menghasilkan torsi dan daya maksimum tertinggi. Sedangkan pengujian emisi gas buang menunjukkan dengan menggunakan bahan bakar campuran M15 terjadi penurunan kadar HC dan CO yang paling baik diantara 4 variasi bahan bakar lainnya.

Kata Kunci: Metanol, Torsi, Daya, SFC, HC, CO

Abstract

Sooner or later the source of oil (fossil fuel) will run out because petroleum is a non-renewable energy source. Methanol is one of the alternative energy sources that can reduce the use of petroleum. With the addition of methanol in the fuel, the exhaust gases and engine performance will also change. The variation of methanol that is mixed with the fuel is 5% (M5), 15% (M15), and 20% (M20). The fuel that has been mixed with methanol is expected to reduce exhaust gases and increase the torque and power generated by the vehicle's engine. The tests were carried out using Dyno Test Super Dyno 50L engine to determine changes in torque and vehicle power, while the exhaust gases test were using the Muller Beam 10000 MX. The results of the engine performance test show that with the addition of methanol there is a change in the torque and power produced by the vehicle engine. M20 being a mixed fuel that produces the highest maximum torque and power. While the exhaust gases testing shows that by using a mixed fuel M15 there is a decrease in the levels of HC and CO which is the best among the 4 variations of other fuels.

Keywords: Methanol, Torque, Power, SFC, HC, CO

1. Pendahuluan

Aktivitas manusia sangat terbantu dengan adanya kendaraan bermotor. Dengan banyaknya kendaraan bermotor yang beroperasi setiap harinya membuat emisi gas buang yang dihasilkan meningkat sehingga pencemaran udara terjadi dengan jumlah yang cukup besar. Unsur-unsur yang terkandung dalam emisi gas buang yang dihasilkan oleh proses pembakaran pada mesin kendaraan bermotor antara lain CO, NO₂, HC, C, H₂, CO₂, H₂O dan N₂, dimana banyak yang bersifat mencemari lingkungan sekitar dalam bentuk polusi udara dan mengganggu kesehatan hingga menimbulkan kematian pada kadar tertentu [1]. Maka dari itu dibuatlah peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 31 Tahun 2008 yang menyebutkan bahwa sepeda motor 2 tak dan 4 tak dengan tahun pembuatan diatas 2010, harus memenuhi ambang batas gas buang karbon monoksida sebesar 4,5 % dan Hidrokarbon di angka 2.000 ppm [2].

Untuk mengoperasikan kendaraan bermotor diperlukan sebuah bahan bakar bensin, dimana bensin itu sendiri tergolong kedalam bahan bakar fosil yang suatu saat akan habis jika digunakan secara terus menerus. Dengan menipisnya persediaan bahan bakar fosil setiap tahunnya, manusia dituntut untuk menemukan bahan bakar lain yang dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar fosil. Metanol dan etanol dari biomassa, tebu, jagung, dan lain-lain, yang bisa dipergunakan sebagai pengganti bensin [3].

Metanol merupakan bahan bakar alternatif yang memiliki angka oktan 108. Namun, metanol tidak dapat digunakan secara langsung pada kendaraan dikarenakan sifatnya yang korosif, untuk itu penggunaan metanol sebagai bahan bakar dilakukan dengan mencampurkan bahan bakar premium dan metanol dengan kadar tertentu [4].

Dengan dicampurkannya metanol dengan bahan bakar premium, maka akan merubah emisi gas

buang, torsi dan daya, serta *specific fuel consumption* yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini, peneliti menggunakan 3 jenis bahan bakar campuran yaitu M5 (Metanol 5% + Premium 95%), M15 (Metanol 15% + Premium 85%), dan M20 (Metanol 20% + Premium 80%), untuk mengetahui pengaruh yang dihasilkan oleh metanol pada kinerja mesin serta emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan Yamaha Nmax. Hasil uji ke-3 bahan bakar tersebut akan dibandingkan dengan bahan bakar yang sesuai dengan kebutuhan Yamaha Nmax yaitu pertamax. Untuk mengetahui kinerja mesin, peneliti menguji Yamaha Nmax dengan menggunakan mesin *Dyno*, sedangkan pengujian emisi gas buang dilakukan menggunakan *Gas Analyzer*.

2. Dasar Teori

2.1 Metanol

Metanol merupakan cairan bening yang memiliki rumus kimia CH_3OH yang biasanya juga disebut "alkohol kayu". Metanol merupakan cairan bening yang bersifat polar, menjadikannya sebagai pelarut yang baik. Selain itu metanol juga merupakan zat yang sangat mudah terbakar, dan sangat beracun bagi manusia jika tertelan tanpa sengaja [5].

2.2 Bahan Bakar

Premium dan pertamax merupakan bahan bakar bensin yang memiliki angka oktan 88 dan 92, sedangkan metanol merupakan alkohol yang memiliki angka oktan 108. Hasil campuran bahan bakar premium dengan metanol akan memiliki angka oktan yang berbeda tergantung dari banyaknya kadar metanol yang dicampurkan. Pada penelitian ini, penulis menggunakan 3 jenis bahan bakar campuran yaitu metanol 5% + Premium 95% (M5), metanol 15% + premium 85% (M15), dan metanol 20% + premium 80% (M20). Berikut merupakan cara untuk mengetahui angka oktan bahan bakar campuran :

$$ON_{mix} = (\% \text{ Premium} \times ON \text{ Premium}) + (\% \text{ Metanol} \times ON \text{ Metanol}) \quad (1)$$

Tabel 1. Angka Oktan Bahan Bakar Campuran

Campuran Metanol dan Premium	Angka Oktan Campuran (ON _{mix})
M5	89
M15	91
M20	92

2.3 Kinerja Mesin

Torsi dapat dihitung dari hasil kali gaya dengan jarak. Torsi didefinisikan sebagai suatu gaya yang dibutuhkan untuk memutar sebuah benda agar bergerak [6]. Berikut merupakan persamaan untuk mengukur nilai torsi :

$$T = F \times b \quad (2)$$

F adalah gaya yang diperoleh dari nilai massa dikali nilai percepatan gravitasi, sehingga persamaannya menjadi :

$$T = m \times g \times b \quad (3)$$

Dimana :

$$T = \text{Torsi (Nm)}$$

$$F = \text{Force (N)}$$

$$m = \text{Massa (kg)}$$

$$g = \text{Percepatan Gravitasi (m/s}^2\text{)}$$

$$b = \text{Panjang Langkah (m)}$$

Daya adalah nilai yang menunjukkan saat sebuah gaya dilakukan [7].

Berikut merupakan persamaan untuk mengukur nilai daya dengan menggunakan torsi (Nm) :

$$P = \frac{2 \times \pi n T}{1000 \times 60} \text{ (kW)} \quad (4)$$

Dimana :

$$P = \text{Daya (kW)}$$

$$n = \text{Putaran Mesin (RPM)}$$

$$T = \text{Torsi (Nm)}$$

Dengan menggunakan torsi (lbs.ft) :

$$P = \frac{n \times T}{5252} \text{ (HP)} \quad (5)$$

Dimana :

$$P = \text{Daya (HP)}$$

$$n = \text{Putaran Mesin (RPM)}$$

$$T = \text{Torsi (lbs.ft)}$$

Specific Fuel Consumption (SFC) adalah ukuran efisiensi suatu mesin yang menggambarkan rasio antara jumlah pemakaian bahan bakar yang dihasilkan. Semakin kecil nilai SFC suatu mesin maka menunjukkan mesin tersebut semakin efisien [8].

Berikut merupakan penghitungan *Specific Fuel Consumption* :

$$SFC = \frac{\dot{m}_f}{P} \quad (6)$$

Untuk menghitung nilai \dot{m} dapat menggunakan persamaan :

$$\dot{m} = Q \times \rho \quad (7)$$

Dimana :

$$SFC = \text{Specific Fuel Consumption}$$

$$\dot{m} = \text{Laju Aliran Massa (kg/s)}$$

$$Q = \text{Debit Aliran (L/jam)}$$

$$\rho = \text{Massa Jenis (kg/m}^3\text{)}$$

2.4 Emisi Gas Buang

CO yang dikeluarkan dari sisa hasil pembakaran banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran bahan bakar dan udara yang dihisap oleh mesin, untuk mengurangi CO perbandingan campuran ini harus dibuat kurus. Senyawa Hidrokarbon (HC), terjadi karena bahan bakar belum terbakar tetapi sudah terbuang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar [9].

3. Metode Penelitian

3.1 Alat

Alat yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sepeda motor Yamaha Nmax 155 tahun 2018

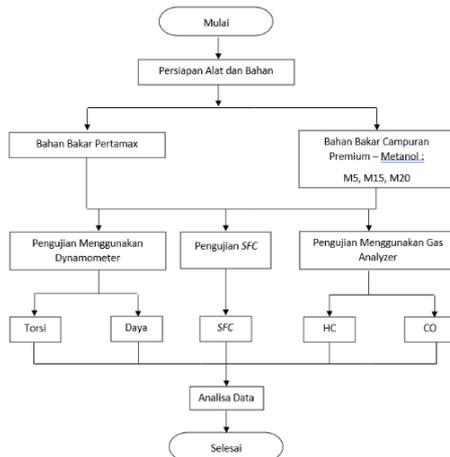
2. Gelas ukur
3. Alat kuras bahan bakar
4. *Gas Analyzer*
5. *Dynamometer*

3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Metanol
2. Bahan bakar premium
3. Bahan bakar pertamax

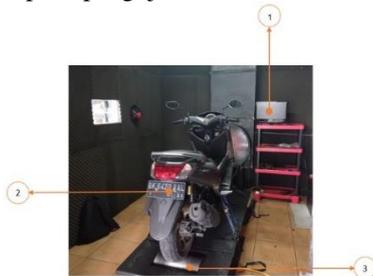
3.3 Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3.4 Prosedur Pengujian

Pencampuran bahan bakar premium dan metanol dilakukan dengan kadar M5 (metanol 5% + premium 95%), M15 (Metanol 15% + premium 85%), dan M20 (metanol 20% + premium 80%). Penggunaan mesin *dynamometer* dilakukan untuk mengetahui torsi dan daya motor. Berikut adalah gambar pengujian dengan menggunakan *dynamometer* pada pengujian ini.



Gambar 2. Dyno Test

Keterangan :

1. Monitor
2. Motor Yamaha Nmax
3. *Dynamometer*

Adapun urutan skema dari pengujian torsi dan daya ini, adalah sebagai berikut :

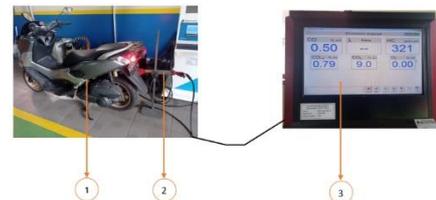
1. Dengan menggunakan bahan bakar pertamax, motor diletakkan diatas mesin dyno dan memastikan motor terpasang secara sempurna.
2. Motor dinyalakan dan setelah stabil, tarik gas motor dari putaran awal hingga putaran mesin maksimum.

3. Lalu data akan keluar pada monitor yang telah tersambung dengan mesin *dynamometer*, dan catat hasil torsi dan daya yang telah ditampilkan.
4. Kemudian ganti bahan bakar pertamax dengan variasi bahan bakar campuran lainnya (M5, M15, dan M20). Lalu ulangi tahapan 1-3 sampai semua data torsi dan daya kendaraan dari tiap bahan bakar didapatkan.

Pada skema pengujian *specific fuel consumption* adalah sebagai berikut :

1. Tangki bahan bakar dikosongkan terlebih dahulu, setelah itu masukan bahan bakar pertamax sebanyak 40 ml.
2. Menyalakan motor dan tarik gas motor dari putaran mesin awal hingga putaran mesin berkisar 8000 RPM dan mempertahankan putaran mesin tersebut hingga bahan bakar habis dan motor mati sendiri.
3. Catat waktu yang ditempuh Yamaha Nmax untuk menghabiskan bahan bakar 40 ml.
4. Kemudian ganti bahan bakar pertamax dengan variasi bahan bakar campuran lainnya (M5, M15, dan M20). Lalu ulangi tahapan 1-3 sampai semua data SFC kendaraan dari tiap bahan bakar didapatkan.

Berikut adalah gambar pengujian dengan menggunakan *gas analyzer* pada pengujian ini.



Gambar 3. Uji Emisi Gas Buang

Keterangan :

1. Motor Yamaha Nmax.
2. Selang yang menghubungkan knalpot kendaraan dengan mesin *gas analyzer*.
3. Mesin *gas analyzer*.

Untuk skema pengujian emisi gas buang dapat dilihat sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan bahan bakar pertamax, selang yang telah tersambung dengan mesin *gas analyzer* dimasukkan kedalam knalpot Yamaha Nmax.
2. Lalu nyalakan motor, setelah itu tunggu hingga angka yang keluar pada mesin *gas analyzer* stabil.
3. Setelah angka pada mesin *gas analyzer* sudah stabil maka data HC dan CO kendaraan dapat diperoleh.
4. Kemudian ganti bahan bakar pertamax dengan variasi bahan bakar campuran lainnya (M5, M15, dan M20). Lalu ulangi tahapan 1-3 sampai semua data HC dan CO kendaraan dari tiap bahan bakar didapatkan.

4. Hasil dan Pembahasan

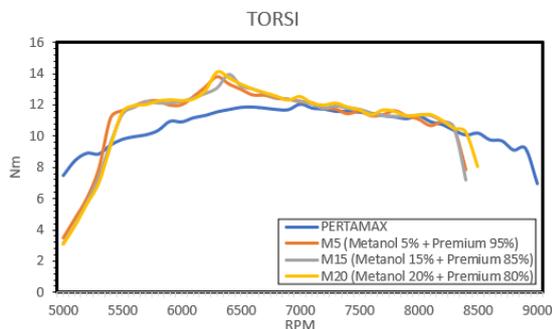
4.1. Hasil uji Torsi dan Daya

Pengujian torsi dan daya dilakukan dengan menggunakan alat *Dyno Test Super Dyno 50L*. Berikut merupakan hasil pengujian torsi maksimum dan daya maksimum dari setiap variasi bahan bakar dalam bentuk tabel :

Tabel 2. Hasil Uji *Dyno test*

Jenis Bahan Bakar	Daya Maksimum		Torsi Maksimum	
	Hasil (HP)	RPM	Hasil (Nm)	RPM
PERTAMAX	12.71	8000	12.07	7000
M5	12.71	7800	13.80	6300
M15	12.84	8100	13.93	6400
M20	13.12	8100	14.09	6300

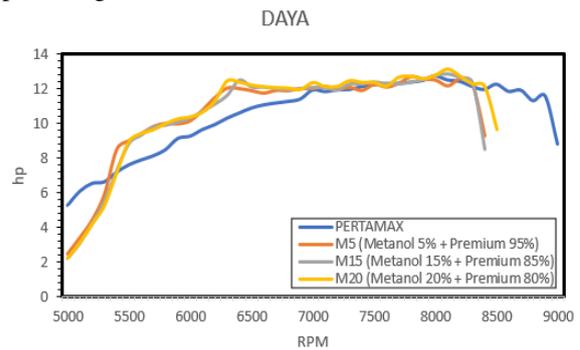
Dari data pada tabel tersebut dapat terlihat terjadinya peningkatan daya dan torsi disetiap bahan bakar yang diuji. Bahan bakar campuran premium dengan metanol 20% (M20) menjadi bahan bakar campuran yang menghasilkan daya dan torsi tertinggi yaitu sebesar 13,12 HP pada RPM 8100 dan 14,09 Nm pada RPM 6300. Sedangkan daya terendah dihasilkan oleh bahan bakar pertamax dan juga bahan bakar campuran premium dengan metanol 5% (M5), namun pada bahan bakar M5 terjadi peningkatan torsi sehingga torsi terendah didapatkan ketika menggunakan bahan bakar pertamax. Berikut merupakan data dari hasil pengujian *dyno test* dengan menggunakan 4 variasi bahan bakar pada motor Yamaha Nmax dalam bentuk grafik :



Gambar 4. Grafik Torsi *Dyno Test*

Dari grafik torsi tersebut dapat terlihat bahwa torsi tertinggi terdapat pada bahan bakar M20 yang menghasilkan torsi sebesar 14,09 Nm pada putaran mesin 6300 RPM. Pada bahan bakar campuran lainnya juga dapat menambahkan torsi maksimum, seperti pada M15 yang menghasilkan torsi sebesar 13,93 Nm pada putaran mesin 6400 RPM dan M5 yang menghasilkan torsi sebesar 13,8 Nm pada putaran mesin 6300 RPM. Peningkatan torsi terjadi dikarenakan metanol mengandung oksigen lebih banyak, sehingga ketika dicampur dengan bensin, maka campuran bahan bakar akan mengandung oksigen lebih banyak. Dengan banyaknya oksigen yang terkandung dalam bahan bakar campuran menyebabkan kandungan bahan bakar dengan udara tersebut menjadi miskin karena kurangnya bahan bakar yang menyebabkan pembakaran lebih efisien. Dikarenakan pada putaran mesin lebih dari 6000 RPM koefisien fluktuasi kecepatan yang menyebabkan percepatan poros engkol menurun

seiring dengan meningkatnya momen inersia pada poros engkol [10].



Gambar 5. Grafik Daya *Dyno Test*

Dari grafik daya tersebut dapat terlihat bahwa daya tertinggi terdapat pada bahan bakar M20 yaitu sebesar 13,12 HP pada putaran mesin 8100 RPM. Penambahan daya juga terjadi pada bahan bakar campuran M15 yaitu sebesar 12,84 HP pada putaran mesin 8100 RPM, sedangkan daya maksimum bahan bakar M5 memiliki hasil yang sama dengan daya maksimum yang dihasilkan oleh bahan bakar pertamax yaitu 12,71 HP pada putaran mesin 7800 RPM untuk M5 dan 8000 RPM untuk bahan bakar pertamax. Pada putaran mesin yang tinggi menyebabkan adanya peningkatan efisiensi volumetris yang berarti tekanan vakum pada saluran masuk meningkat dengan begitu akan terjadi peningkatan laju aliran udara kedalam silinder. Setelah putaran mesin mencapai putaran 8000 RPM terjadi penurunan daya.

4.2 Hasil Uji SFC

Metode yang digunakan oleh pengujian pada pengujian kali ini merupakan metode menghitung waktu habisnya bahan bakar.. Berikut merupakan hasil uji waktu untuk SFC :

Tabel 3. Hasil Uji Waktu Untuk SFC

PUTARAN MESIN (RPM)	WAKTU			
	PERTAMAX	M5	M15	M20
8000	1 menit 56 detik	1 menit 49 detik	1 menit 33 detik	1 menit 27 detik

Setelah data waktu didapatkan, maka dapat menghitung SFC dengan menentukan massa jenis bahan bakar terlebih dahulu :

Dimana :

$$\rho_{bb} \text{ Pertamax} = 0,740 \text{ kg/L}$$

$$\rho_{bb} \text{ Premium} = 0,722 \text{ kg/L}$$

$$\rho_{bb} \text{ Metanol} = 0,786 \text{ kg/L}$$

Massa jenis bahan bakar campuran :

$$\rho_{bb} \text{ M5} = \frac{0,722(95\%) + 0,786(5\%)}{100\%} = 0,7252 \text{ kg/L}$$

$$\rho_{bb} \text{ M15} = \frac{0,722(85\%) + 0,786(15\%)}{100\%} = 0,7316 \text{ kg/L}$$

$$\rho_{bb} \text{ M20} = \frac{0,722(80\%) + 0,786(20\%)}{100\%} = 0,7348 \text{ kg/L}$$

Berikut merupakan penghitungan *Specific Fuel Consumption* yang dilakukan pada bahan bakar pertamax :

$$\dot{m}_f = Q \times \rho_{bb} = \frac{40 \text{ ml}}{116 \text{ detik}} = 0,344 \text{ ml/s} = 1,238 \text{ L/jam}$$

$$= 1,238 \text{ L/jam} \times 0,740 \text{ kg/L}$$

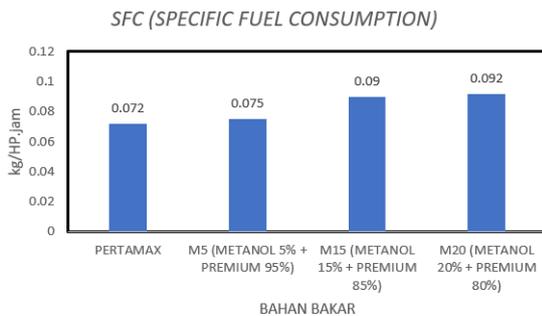
$$SFC = \frac{0,916}{12,71} = 0,072 \text{ kg/HP.jam}$$

Dengan perhitungan yang sama serta menggunakan data yang telah diperoleh maka SFC dari tiap bahan bakar yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Pengujian SFC

BAHAN BAKAR	SFC
PERTAMAX	0,072
M5	0,075
M15	0,090
M20	0,092

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa pertamax merupakan bahan bakar dengan SFC terendah dan M20 merupakan bahan bakar campuran yang memiliki SFC tertinggi yang berarti dengan menggunakan pertamax konsumsi bahan bakar menjadi lebih irit, hal tersebut dikarenakan dengan penambahan methanol mengakibatkan nilai kalor yang terkandung dalam bahan bakar menurun. Berikut adalah data hasil perolehan nilai *specific fuel consumption* dalam bentuk grafik :



Gambar 6. Grafik SFC

4.3 Hasil Uji Emisi Gas Buang

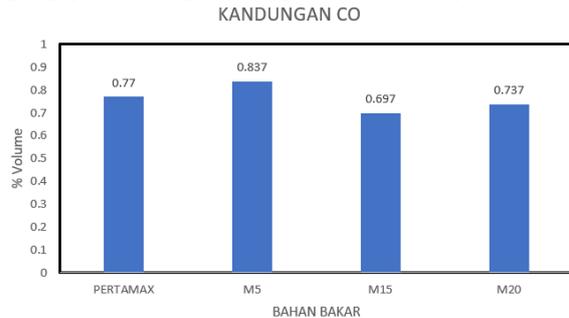
Pada pengujian emisi gas buang dilakukan menggunakan alat Uji Emisi Mesin Bensin *Muller Beam 10000 MX*. Berikut hasil dari pengujian emisi gas buang dalam bentuk tabel :

Tabel 5. Hasil Emisi Gas Buang

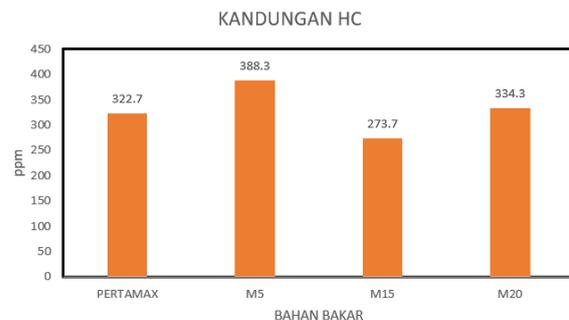
PERTAMAX								
RPM	CO (%)				HC (ppm)			
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
Idle	0.75	0.79	0.79	0.77	321	326	321	322.7
M5								
RPM	CO (%)				HC (ppm)			
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
Idle	0.86	0.83	0.82	0.837	407	409	349	388.3
M15								
RPM	CO (%)				HC (ppm)			
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
Idle	0.69	0.69	0.71	0.697	276	274	271	273.7
M20								
RPM	CO (%)				HC (ppm)			
	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
Idle	0.76	0.72	0.73	0.737	327	344	332	334.3

Dari tabel tersebut dapat terlihat bahwa bahan bakar M15 merupakan bahan bakar dengan hasil emisi terbaik yaitu CO rata-rata sebesar 0.687% dan HC rata-rata sebesar 273.7 ppm, hasil ini merupakan

hasil terbaik jika dibandingkan dengan 3 variasi bahan bakar lainnya. Hal tersebut dikarenakan dengan ditambahkan metanol, bahan bakar campuran mengandung oksigen yang lebih banyak sehingga unsur CO akan lebih mudah diubah menjadi CO₂. Sedangkan HC terbentuk dari sisa-sisa bahan bakar yang tidak terbakar di ruang bakar. Dengan menurunnya HC menandakan pembakaran yang terjadi lebih sempurna dibandingkan dengan 3 variasi bahan bakar lainnya. Berikut merupakan hasil pengujian emisi gas buang dalam bentuk grafik :



Gambar 7. Kandungan CO Semua Bahan Bakar



Gambar 8. Kandungan HC Semua Bahan Bakar

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian *dyno test*, pengujian *specific fuel consumption* dan pengujian emisi gas buang, didapat kesimpulan:

1. Hasil dari pengujian emisi gas buang menunjukkan bahwa M15 merupakan bahan bakar yang menghasilkan kadar emisi gas buang terendah dengan rata-rata CO yang dihasilkan sebesar 0.697% dan HC sebesar 273.7 ppm.
2. Hasil pengujian *dyno test* menunjukkan bahwa M20 menjadi bahan bakar yang mampu meningkatkan daya kendaraan hingga 13.12 HP di RPM 8100 dan torsi yang mencapai 14.09 Nm di RPM 6300.
3. Hasil pengujian SFC menunjukan bahwa bahan bakar pertamax merupakan bahan bakar dengan nilai SFC terbaik.

Daftar Pustaka

- [1] Jayanti N.E., Hakam M., Santiasih, 2014, *Emisi Gas Carbon Monoksida (CO) dan Hidrocarbon (HC) Pada Reayasa Jumlah Blade Turbo Ventilator Sepeda Motor "Supra X 125 Tahun 2006*, Jurnal Teknik Mesin Vol. 16, No. 02, pp. 1-6.

- [2] Kurniawan D., 2021, *Catat Ambang Batas Emisi Gas Buang Sepeda Motor*. Retrieved from Naik Motor: <https://www.naikmotor.com/168199/ambang-batas-emisi-gas-buang-sepeda-motor-2-tak-dan-4-tak-berbeda>.
- [3] Handayani S.U., 2006, *Pemanfaatan Bio Ethanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin*. *GEMA TEKNOLOGI Vol 15 NO.2*, 99-102.
- [4] Putra Y., Martias M., Alwi E., 2014, *Pengaruh Pencampuran Premium Dan Metanol Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Vario Techno PGM-FI*, *Automotive Engineering Education Journals Vol. 3 No. 2*.
- [5] Budiatma H., 2021, *Pengertian Metanol, kegunaan, Struktur dan rumus molekul*. Retrieved from Usaha321: <https://usaha321.net/pengertian-metanol-kegunaan-struktur-dan-rumus-molekul.html>
- [6] Kosasih D.T., 2020, *Mengenal Pengertian Horse Power dan Torsi pada Kendaraan*. Retrieved from Liputan 6: <https://www.liputan6.com/otomotif/read/4396804/mengenal-pengertian-horse-power-dan-torsi-pada-kendaraan>.
- [7] Indra, 2020, *Arti Torsi dan Tenaga Pada Spesifikasi Mesin Mobil Kamu*, Retrieved from Toyota: <https://www.toyota.astra.co.id/toyota-connect/news/arti-torsi-dan-tenaga-pada-spesifikasi-mesin-mobil-kamu>.
- [8] Mazelisonk, 2013, *Standar Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC) Mesin Diesel Sesuai SPLN 79:1987*, Retrieved from Aranio Wordpress: <https://aranio.wordpress.com/2013/07/26/standar-pemakaian-bahan-bakar-spesifik-sfc-mesin-diesel-sesuai-spln-791987/>.
- [9] Siswantoro, Lagiyono, Siswiyanti, 2012, *Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium dengan Variasi Penambahan Zat Aditif*, *Jurnal Engineering*, Vol. 4, No. 1, pp. 75-84.
- [10] Nugroho, A. S., 2015. *Pengaruh Campuran Metanol Terhadap Prestasi Mesin*. *Prosiding SNATIF Ke-2 Tahun 2015*, 441-446.

