

PENGARUH PENAMBAHAN METANOL PADA BAHAN BAKAR PERTALITE TERHADAP EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR YAMAHA NMAX 2020

Muhammad Habibur Rohman

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: muhammad.17050754043@mhs.unesa.ac.id

Priyo Heru Adiwibowo

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: priyoheruadiwibowo@unesa.ac.id

Abstrak

Kondisi alam sekarang sudah sangat memprihatinkan karena pemanasan global yang disebabkan oleh kegiatan manusia yang tidak diimbangi dengan usaha menjaga lingkungan. Salah satu kegiatan manusia yang menyebabkan pemanasan global adalah pemakaian kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil dan proses pembakaran yang tidak sempurna. Di Indonesia bahan bakar yang biasa digunakan adalah bensin. Tingginya konsumsi bahan bakar dan kadar emisi gas buang yang menggunakan bahan bakar fosil pada dasarnya dapat dikendalikan dengan menggunakan bahan bakar alternatif salah satunya adalah metanol (CH_3OH). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis seberapa besar pengaruh campuran bahan bakar metanol dan pertalite terhadap emisi gas buang pada sepeda motor Yamaha NMAX tahun 2020. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan variasi campuran bahan bakar pertalite dan metanol (M_0 , M_{10} , M_{20} , M_{30} , dan M_{40}) menggunakan sepeda motor Yamaha NMAX tahun 2020. Standar uji karakteristik metanol dan campuran pertalite yang dilakukan yaitu uji densitas ASTM D1298, viskositas ASTM D445, nilai kalor ASTM D240, titik nyala ASTM D93 dan nilai oktan standart ASTM D2699. Pengujian emisi gas buang mesin untuk mengetahui kandungan gas O_2 , CO , CO_2 , dan HC dari campuran bahan bakar terbaik. Metode pengujian emisi gas buang mesin berpedoman pada SNI 09-7118.3-2005, dilakukan pada kondisi bukaan *throttle body* mulai dari putaran idle mesin sampai putaran tinggi (1500 rpm-9500 rpm) dengan range 1000 rpm. Analisis data menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian campuran bahan bakar pertalite dan metanol pada sepeda motor Yamaha NMAX tahun 2020 didapatkan kenaikan kadar emisi O_2 terbanyak yaitu bahan bakar M_{30} pada lambda 1,17 sebesar 28,03% vol dengan rata-rata naik 19,13% vol. Kenaikan kadar emisi CO_2 terbanyak yaitu bahan bakar M_{30} pada lambda 0,97 sebesar 11,45% vol dengan rata-rata naik 8,54% vol. Penurunan kadar emisi CO terbanyak yaitu bahan bakar M_{30} pada lambda 1,21 sebesar 28,85% vol dengan rata-rata turun 17,78% vol. Sedangkan untuk kadar emisi HC mengalami penurunan terbanyak yaitu bahan bakar M_{30} pada lambda 1,04 sebesar 25,22% ppm dengan rata-rata turun 14,87%.

Kata kunci: metanol, campuran bahan bakar, emisi gas buang

Abstract

Current natural conditions are very worrying because global warming is caused by human activities which are not balanced with efforts to protect the environment. One of the human activities that causes global warming is the use of motorized vehicles that use fossil fuels and incomplete combustion processes. In Indonesia the fuel commonly used is gasoline. The high fuel consumption and levels of exhaust emissions using fossil fuels can basically be controlled by using alternative fuels, one of which is methanol (CH_3OH). The aim of this research is to find out how much influence the mixture of methanol and pertalite fuel has on exhaust emissions on the 2020 Yamaha NMAX motorbike. This research is an experimental study with variations of petalite and methanol fuel mixtures (M_0 , M_{10} , M_{20} , M_{30} , and M_{40}) using a 2020 Yamaha NMAX motorbike. The standard characteristic tests for methanol and petalite mixtures carried out are the ASTM D1298 density test and the ASTM D445 viscosity test, ASTM D240 heating value, ASTM D93 flash point, and ASTM D2699 standard octane value. Engine exhaust emissions testing to determine the O_2 , CO , CO_2 , and HC gas content of the best fuel mixture. The engine exhaust emission testing method is guided by SNI 09-7118.3-2005, carried out at throttle body opening conditions from engine idle to high speed (1500 rpm-9500 rpm) with a range of 1000 rpm. Data analysis uses quantitative and qualitative descriptive methods. The results of research into the mixture of perlite and methanol fuel on Yamaha NMAX motorbikes in 2020 showed that the highest increase in O_2 emission levels was M_{30} fuel at lambda 1.17 of 28.03% vol with an average increase of 19.13% vol. The highest increase in CO_2 emission levels was M_{30} fuel at lambda 0.97 of 11.45% vol with an average increase of 8.54% vol. The greatest reduction in CO emission levels was M_{30} fuel at lambda 1.21 of 28.85% vol with an average decrease of 17.78% vol. Meanwhile, HC emission levels experienced the largest decrease, namely M_{30} fuel at lambda 1.04 amounting to 25.22% ppm with an average decrease of 14.87%.

Keywords: methanol, fuel mixture, exhaust gas emissions

PENDAHULUAN

Kondisi alam sekarang sudah sangat memprihatinkan karena pemanasan global yang disebabkan oleh kegiatan manusia yang tidak diimbangi dengan usaha menjaga lingkungan agar tetap sehat dan nyaman. Salah satu kegiatan manusia yang dapat menyebabkan pemanasan global dan memperburuk kondisi udara dilingkungan adalah pemakaian kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil dan pembakaran bahan bakar tersebut yang tidak sempurna. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) jumlah sepeda motor terekap 112.771.136 unit atau sekitar 84% dari total kendaraan bermotor di Indonesia. Pada tahun 2018, jumlah sepeda motor sebanyak 106.657.952 unit, dan pada 2017 sebanyak 100.200.245 unit. Selama 3 tahun yaitu dari tahun 2017 hingga tahun 2019, terjadi peningkatan jumlah penggunaan sepeda motor dengan rata-rata persentase peningkatan sebesar 6,1% setiap tahunnya (Statistik, 2019).

Perkembangan teknologi energi bersih dan berkelanjutan telah mengalami kemajuan pesat, dimana energi surya memainkan peran penting karena sifatnya yang melimpah dan berkelanjutan. Lonjakan permintaan ini sejalan dengan meningkatnya kekhawatiran terhadap pemanasan global dan pencemaran lingkungan (Adiwibowo & Zohri, 2023).

Tingginya konsumsi bahan bakar dan kadar emisi gas buang hasil pembakaran dari kendaraan yang menggunakan bahan bakar fosil pada dasarnya dapat dikendalikan dan bahkan dikurangi seminimal mungkin dengan menggunakan bahan bakar alternatif. Salah satu bahan bakar alternatif yang layak dipertimbangkan untuk mengganti bahan bakar fosil adalah metanol (CH_3OH). Metanol adalah salah satu senyawa alkohol dengan rumus kimia CH_3OH . Metanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang telah digunakan sebelum adanya bahan bakar bensin sekitar pada awal abad ke 20. Berbeda dengan bahan bakar bensin, metanol terbuat dari bahan yang jumlahnya sangat melimpah di alam diantaranya dari gas alam dan biomassa sehingga bahan baku pembuatan metanol akan tetap terjaga (Gupta & Demirbas, 2010). Metanol adalah senyawa alkohol dengan rantai yang paling sederhana, bersifat cair, memiliki kalori mendekati bahan bakar minyak, dan proses pembuatannya sudah bisa disintesis, sehingga masalah persediaan bukan perkara yang sulit (Kurdi & Arijanto, 2007). Metanol dapat digunakan sebagai bahan bakar murni pada kendaraan atau juga dapat sebagai campuran bahan bakar bensin. Bila spiritus digunakan sebagai bahan bakar murni, perlu ada modifikasi pada kendaraan dengan meningkatkan rasio kompresi untuk mendapatkan performa yang tinggi dan kadar CO yang rendah (Celik et al., 2011). Bila spiritus digunakan

sebagai campuran bahan bakar dengan persentase yang rendah (5% - 30%), maka tidak perlu ada modifikasi pada kendaraan untuk memperoleh torsi dan daya yang lebih tinggi (Nugroho, 2015).

Perbandingan karakteristik antara bahan bakar pertalite dan *methanol* (Liu et al., 2014).

Tabel 1. Perbandingan karakteristik pertalite dan metanol

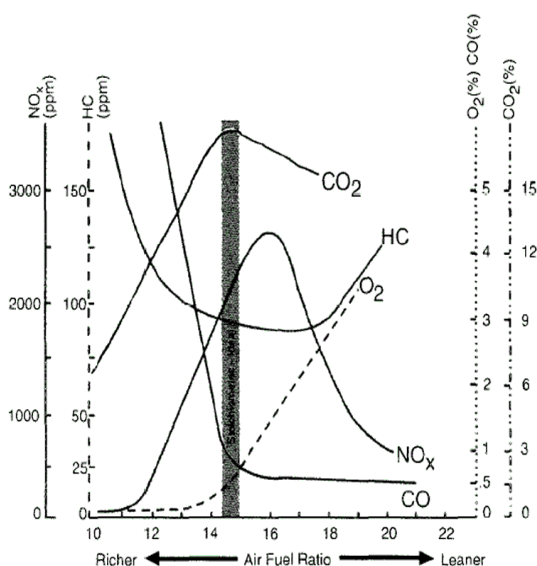
Property	Pertalite	Methanol
Chemical formula	C_8H_{18}	CH_3OH
Density (kg/L)	0,77	0,795
Latent heat of vaporization (kJ/kg)	343	1100
Stoichiometric air-fuel ratio	15,1	6,5
Lower heating value (kJ/kg)	43,840	20,260
RON	90	110
Laminar flame speed (m/s)	0,5	0,523
Oxygen content (mass %)	0,0	49,9

Pembakaran pada motor bensin diawali oleh percikan bunga api listrik dari busi yang terjadi pada saat beberapa derajat poros engkol sebelum torak mencapai titik mati atas, membakar campuran bahan bakar udara yang telah dikompresikan oleh gerakan torak dari titik mati bawah menuju titik mati atas. Secara umum hanya terdapat tiga unsur yang penting di dalam bahan bakar, yaitu Karbon, Hidrogen, dan Sulfur (Belarang). Dalam proses pembakaran, energi kimia diubah menjadi energi dalam bentuk panas dimana pada setiap pembakaran selalu dihasilkan gas sisa hasil dari proses pembakaran yang dinamakan gas buang yang meliputi beberapa komponen. Komponen gas buang antara lain CO_2 , NO_2 , H_2O , SO_2 dan CO (Wiratmaja, 2010).

Pertalite (C_8H_{18}) merupakan bahan bahan bakar minyak (BBM) jenis baru yang di produksi oleh Pertamina. Jika dibandingkan dengan premium, pertalite memiliki kualitas bahan bakar lebih sebab memiliki kadar *Research Octan Number* (RON) 90, lebih tinggi dari pada premium, yang hanya memiliki RON 88. Bensin pertalite berwarna hijau terang dan memiliki kandungan maksimum sulfur (S) 0,05% m/m setara dengan 500 ppm, tidak boleh mengandung timbal, oksigen (O_2) 2,7%, pewarna 0,13 gr/100 L, tekanan uap 45 - 69 kPa, titik didih 215 °C, serta massa jenis (suhu 15°C) 715 - 770 kg/m^3 (MSDS, 2007).

Emisi gas buang kendaraan adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar didalam mesin kendaraan yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin, sedangkan proses pembakaran adalah reaksi kimia antara oksigen di dalam udara dengan senyawa hidrokarbon di dalam bahan bakar untuk menghasilkan tenaga. Dalam reaksi yang sempurna, maka sisa hasil pembakaran adalah berupa gas buang yang mengandung karbondioksida (CO_2), uap air (H_2O), Oksigen (O_2) dan Nitrogen (N_2). Dalam prakteknya, pembakaran yang

terjadi di dalam mesin kendaraan tidak selalu berjalan sempurna sehingga di dalam gas buang mengandung senyawa berbahaya seperti karbonmonoksida (CO), hidrokarbon (HC), Nitrogenoksida (NOx) dan partikulat (Hardjono, 2001). Besarnya emisi gas buang pada motor bensin seiring dengan besarnya penambahan jumlah campuran udara dan bahan bakar. Dapat disimpulkan bahwa semakin kaya campuran udara dan bahan bakar maka akan semakin besar konsentrasi NOx, CO, dan asap, sementara semakin kurus campuran udara dan bahan bakar maka konsentrasi NOx, CO, dan asap juga semakin kecil, akan tetapi HC sedikit mengalami peningkatan (Arifin & Sukoco, 2009).



Gambar 1. Grafik Emisi Gas Buang

Pada penelitian yang dilakukan Putra (2014), tentang pengaruh pencampuran premium dan metanol terhadap emisi gas buang sepeda motor Vario Techno PGM-FI. Dalam penelitian tersebut didapatkan penurunan kadar CO dengan rata-rata t hitung 15,94602 dan HC dengan rata-rata t hitung 21,84639 (Putra et al., 2014).

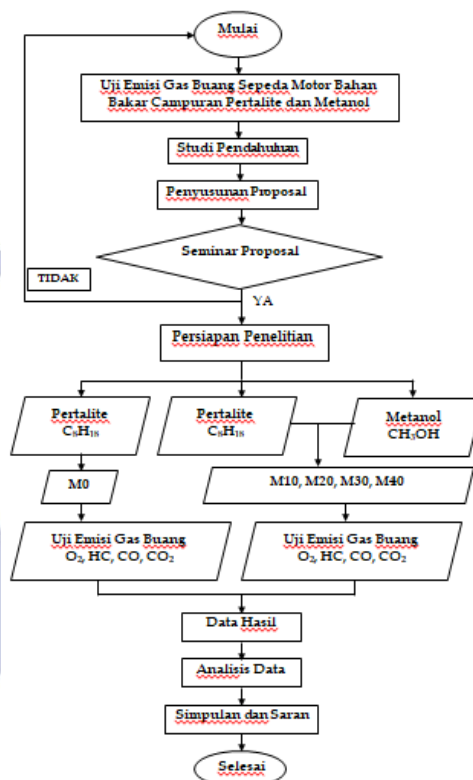
Penelitian yang dilakukan oleh Lestar dkk (2018), tentang analisis prestasi kerja mesin menggunakan campuran bahan bakar bensin pertamax dan metanol (CH₃OH) pada motor bakar bensin 4 langkah. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan bahwa penambahan metanol dapat mengurangi kadar CO pada rpm tinggi (4000-7000 rpm) dengan kadar CO tertinggi 6,66% dan terendah 0,08%, untuk HC tertinggi 759 ppm dan terendah 29 ppm (Lestar et al., 2018).

Penelitian lain dilakukan oleh Shayan et al. (2011), yang berjudul *impact of methanol-gasoline fuel blends on the performance and exhaust emissions of a SI engine*. Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan pengurangan emisi gas buang yang signifikan masing-masing sekitar 24,9% dan 23,7% dari nilai rata-rata emisi HC dan CO untuk semua kecepatan mesin (Shayan et al., 2011).

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh campuran bahan bakar metanol dan peralite terhadap emisi gas buang (O₂, CO, CO₂, dan HC) pada sepeda motor Yamaha Nmax tahun 2020.

METODE

Rancangan Alur Penelitian



Gambar 2. Rancangan Alur Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

➤ Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Lab Performa Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

➤ Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan setelah pelaksanaan seminar proposal skripsi.

Variabel Penelitian

➤ Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah M0, M10, M20, M30, dan M40.

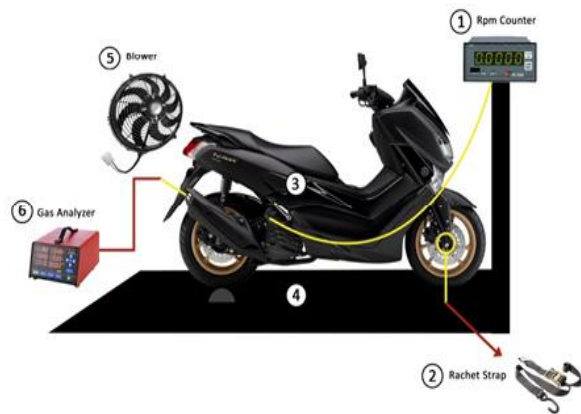
➤ Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah uji emisi gas buang sepeda motor Yamaha NMAX tahun 2020 yaitu: O₂, HC, CO, dan CO₂.

➤ Variabel Kontrol

Variabel kontrol pada penelitian ini adalah sepeda motor Yamaha NMAX tahun 2020 dengan kompresi 11,6:1 pada rpm 1500-9500 rpm (range 1000 rpm), temperatur mesin 60°C-70°C, temperatur udara 20°C-35°C, dan kelembaban udara 25-60%.

Rangkaian Alat dan Instrumen Penelitian



Gambar 3. Rangkaian Alat Pengujian Emisi

Keterangan:

1. RPM Counter
2. Ratchet Strap (Pengikat Sepeda Motor)
3. Sepeda Motor Yamaha NMAX tahun 2020
4. Dudukan Sepeda Motor
5. Blower
6. Exhaust Gas Analyzer

Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan adalah mesin sepeda motor Yamaha NMAX tahun 2020.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah pertalite dan metanol.

Prosedur Penelitian

Prosedur pengujian emisi gas buang mesin berpedoman pada SNI 09-7118.3-2005, dilakukan pada kondisi bukaan *throttle body* mulai dari putaran idle mesin sampai putaran tinggi (1500 rpm-9500 rpm) dengan range 1000 rpm.

➤ Persiapan Pengujian Emisi

- Melakukan *Tune up* pada sepeda motor yang akan diuji.
- Mempersiapkan pertalite murni dan campuran pertalite dengan metanol.
- Melepas *Cover* samping sepeda motor.
- Meletakkan sepeda motor ke dudukan (posisi datar).
- Mengencangkan tali pengikat *body* sepeda motor.
- Menyiapkan alat ukur uji emisi kendaraan yang telah memenuhi persyaratan.
- Memasukkan gas *probe* ke dalam knalpot minimal 30 cm.
- Memposisikan penjepit *rpm Counter* pada kabel busi.
- Menghidupkan blower dan dihadapkan ke mesin.
- Kondisi temperatur tempat kerja pada 20°C - 35°C.

➤ Pengujian Emisi Gas Buang

- Menghidupkan mesin kendaraan sampai temperatur mesin 60°C - 70°C atau sesuai rekomendasi manufaktur dan sistem asesoris dalam kondisi mati.
- Menghidupkan *gas analyser*.
- Memposisikan *throttle body* pada kondisi stasioner dengan putaran *idle* 1500 rpm.
- Menunggu ± 20 detik sampai data pada *gas analyser* stabil.
- Mencetak hasil uji konsentrasi emisi O₂, CO, CO₂ (% vol), dan HC (ppm) yang terukur pada alat uji.
- Lakukan langkah diatas di setiap putaran mesin mulai dari 1500 rpm hingga 9500 rpm dengan rentang 1000 rpm.
- Pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing kondisi.

Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini diperoleh dengan cara melakukan eksperimen melalui pengujian terhadap objek yang akan diteliti dan mencatat data-data yang diperlukan. Data-data yang diperlukan adalah komposisi yang sesuai pada variabel bebas untuk mendapatkan nilai kadar emisi minimum.

Teknik Analisa Data

Analisis data menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Data yang berupa tabel dianalisis dengan metode deskriptif kuantitatif untuk selanjutnya dikonversi menjadi grafik dan dianalisis dengan metode deskriptif kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

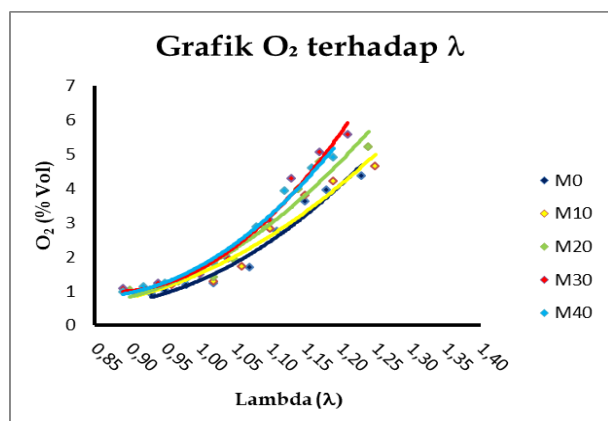
Hasil Penelitian

➤ Kadar Emisi Oksigen (O₂)

Tabel 2. Hasil Uji Kadar Emisi O₂

No.	RPM	Bahan Bakar									
		M0		M10		M20		M30		M40	
		Lambda (λ)	O ₂	Lambda (λ)	O ₂	Lambda (λ)	O ₂	Lambda (λ)	O ₂	Lambda (λ)	O ₂
1	1500	1,23	4,38	1,25	4,64	1,24	5,23	1,21	5,58	1,19	4,92
2	2500	1,18	3,96	1,19	4,22	1,17	4,78	1,17	5,07	1,16	4,59
3	3500	1,15	3,62	1,15	3,81	1,14	3,97	1,13	4,28	1,12	3,94
4	4500	1,11	2,75	1,10	2,82	1,09	2,91	1,10	3,05	1,08	2,88
5	5500	1,07	1,68	1,06	1,73	1,05	1,89	1,04	1,96	1,02	1,81
6	6500	1,02	1,24	1,02	1,27	1,02	1,42	1,00	1,49	0,98	1,36
7	7500	0,98	1,17	0,96	1,19	0,97	1,28	0,97	1,32	0,95	1,23
8	8500	0,95	1,03	0,92	1,08	0,94	1,19	0,94	1,24	0,92	1,13
9	9500	0,93	0,91	0,91	0,95	0,90	1,02	0,89	1,07	0,89	0,98

Tabel diatas selanjutnya dikonversikan menjadi grafik sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik hubungan emisi O_2 terhadap lambda

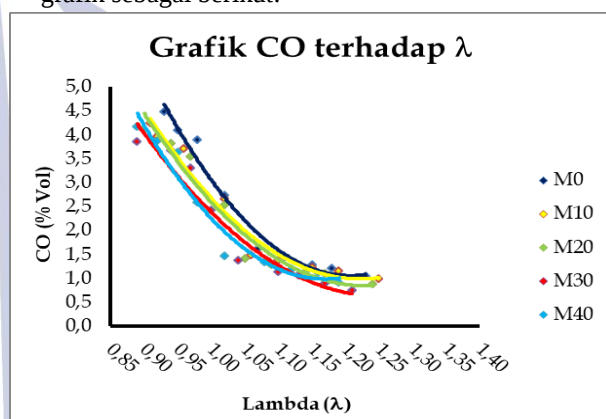
Gambar diatas menunjukkan kadar emisi O_2 yang dihasilkan dari pembakaran mesin dengan menggunakan bahan bakar pertalite dan campuran antara metanol dengan pertalite. Pada lambda rendah ($\lambda < 1,00$) kadar emisi O_2 yang dihasilkan masih rendah, hal ini disebabkan karena pada lambda rendah campuran udara dan bahan bakar gemuk sehingga kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar kurang mencukupi untuk setiap molekul bahan bakar (pembakaran tidak sempurna). Kemudian pada lambda ideal ($\lambda = 1,00$) kadar emisi O_2 tinggi, hal ini disebabkan karena pada lambda ideal campuran bahan bakar dan udara stoikiometri sehingga pembakaran mendekati sempurna. Pada lambda tinggi ($\lambda > 1,00$) kadar emisi O_2 semakin tinggi, hal ini disebabkan karena pada lambda tinggi campuran udara dan bahan bakar kurus yang berarti kandungan oksigen mencukupi untuk proses pembakaran setiap molekul bahan bakar sehingga kadar emisi O_2 yang dihasilkan semakin tinggi. Pada M10 didapat kenaikan tertinggi kadar emisi O_2 dengan lambda 1,19 sebanyak 6,57%. Pada M20 didapat kenaikan tertinggi kadar emisi O_2 dengan lambda 1,17 sebanyak 20,71%. Pada M30 didapat kenaikan tertinggi kadar emisi O_2 dengan lambda 1,17 sebanyak 28,03%. Pada M40 didapat kenaikan tertinggi kadar emisi O_2 dengan lambda 1,16 sebanyak 15,91%. Kenaikan terbanyak kadar emisi O_2 didapat pada lambda 1,17 dengan bahan bakar M30 sebanyak 28,03% vol. Hal ini disebabkan karena dalam metanol terkandung unsur oksigen.

➤ Kadar Emisi Karbon Monoksida (CO)

Tabel 3. Hasil Uji Kadar Emisi CO

No.	RPM	Bahan Bakar									
		M0		M10		M20		M30		M40	
		Lambda (λ)	CO	Lambda (λ)	CO	Lambda (λ)	CO	Lambda (λ)	CO	Lambda (λ)	CO
1	1500	1,23	1,04	1,25	0,98	1,24	0,87	1,21	0,74	1,19	0,92
2	2500	1,18	1,21	1,19	1,16	1,17	1,09	1,17	0,89	1,16	1,12
3	3500	1,15	1,28	1,15	1,23	1,14	1,14	1,13	1,06	1,12	1,19
4	4500	1,11	1,44	1,10	1,37	1,09	1,28	1,10	1,13	1,08	1,34
5	5500	1,07	1,62	1,06	1,48	1,05	1,41	1,04	1,37	1,02	1,47
6	6500	1,02	2,73	1,02	2,67	1,02	2,54	1,00	2,42	0,98	2,59
7	7500	0,98	3,89	0,96	3,72	0,97	3,55	0,97	3,31	0,95	3,63
8	8500	0,95	4,09	0,92	3,96	0,94	3,82	0,94	3,67	0,92	3,88
9	9500	0,93	4,48	0,91	4,25	0,90	4,12	0,89	3,85	0,89	4,17

Tabel diatas selanjutnya dikonversikan menjadi grafik sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik hubungan emisi CO terhadap lambda

Gambar diatas menunjukkan kadar CO yang dihasilkan dari pembakaran mesin dengan menggunakan bahan bakar pertalite dan campuran antara metanol dengan pertalite. Pada lambda rendah ($\lambda < 1,00$) kadar emisi CO yang dihasilkan masih tinggi, hal ini disebabkan karena pada lambda rendah campuran udara dan bahan bakar gemuk sehingga kadar oksigen yang dibutuhkan untuk membakar kadar CO kurang mencukupi yang menjadikan pembakaran tidak sempurna. Kemudian pada lambda ideal ($\lambda = 1,00$) kadar emisi CO rendah, hal ini disebabkan karena pada lambda ideal campuran bahan bakar dan udara stoikiometri sehingga pembakaran mendekati sempurna. Pada lambda tinggi ($\lambda > 1,00$) kadar emisi CO semakin turun, hal ini disebabkan karena pada lambda tinggi campuran udara dan bahan bakar kurus yang berarti kandungan oksigen di dalam ruang bakar mencukupi untuk membakar kadar CO menjadi CO_2 sehingga kadar emisi CO semakin turun. Pada M10 didapat penurunan terbanyak kadar emisi CO dengan lambda 1,06 sebanyak 8,64%. Pada M20 didapat penurunan terbanyak kadar emisi CO dengan lambda 1,24 sebanyak 16,35%. Pada M30 didapat penurunan terbanyak kadar emisi CO dengan lambda 1,21 sebanyak 28,85%. Pada M40 didapat penurunan

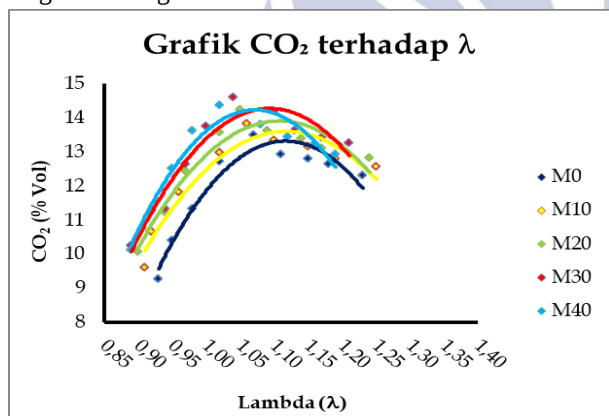
terbanyak kadar emisi CO dengan lambda 1,19 sebanyak 11,54%. Penurunan terbanyak kadar emisi CO didapat pada lambda 1,21 dengan bahan bakar M30 sebanyak 28,85% vol. Hal ini disebabkan karena kandungan oksigen yang ada pada metanol membantu menyuplai kebutuhan oksigen untuk pembakaran dan meminimalkan kadar emisi CO.

➤ Kadar Emisi Karbon Dioksida (CO₂)

Tabel 4. Hasil Uji Kadar Emisi CO₂

No.	RPM	Bahan Bakar									
		M0		M10		M20		M30		M40	
		Lambda (λ)	CO ₂	Lambda (λ)	CO ₂	Lambda (λ)	CO ₂	Lambda (λ)	CO ₂	Lambda (λ)	CO ₂
1	1500	1,23	12,32	1,25	12,59	1,24	12,83	1,21	13,28	1,19	12,93
2	2500	1,18	12,66	1,19	12,82	1,17	13,12	1,17	13,42	1,16	13,25
3	3500	1,15	12,81	1,15	13,16	1,14	13,39	1,13	13,63	1,12	13,46
4	4500	1,11	12,95	1,10	13,34	1,09	13,64	1,10	14,19	1,08	13,82
5	5500	1,07	13,51	1,06	13,85	1,05	14,25	1,04	14,62	1,02	14,37
6	6500	1,02	12,74	1,02	12,98	1,02	13,38	1,00	13,76	0,98	13,64
7	7500	0,98	11,35	0,96	11,83	0,97	12,46	0,97	12,65	0,95	12,53
8	8500	0,95	10,42	0,92	10,67	0,94	11,23	0,94	11,34	0,92	11,29
9	9500	0,93	9,28	0,91	9,62	0,90	10,07	0,89	10,26	0,89	10,14

Tabel diatas selanjutnya dikonversikan menjadi grafik sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik hubungan emisi CO₂ terhadap lambda

Gambar diatas menunjukkan kadar emisi CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran mesin dengan menggunakan bahan bakar pertalite dan campuran antara metanol dengan pertalite. Pada lambda rendah ($\lambda < 1,00$) kadar emisi CO₂ yang dihasilkan masih rendah karena pada prinsipnya gas karbon dioksida (CO₂) berbanding terbalik dengan gas buang karbon monoksida (CO), hal ini disebabkan karena pada lambda rendah campuran udara dan bahan bakar gemuk sehingga kadar oksigen yang dibutuhkan untuk membakar kadar CO kurang mencukupi yang menjadikan pembakaran tidak sempurna dan hasil emisi gas buang masih banyak mengandung emisi CO. Kemudian pada lambda ideal ($\lambda = 1,00$) kadar emisi CO₂ tinggi, hal ini disebabkan karena pada lambda ideal campuran bahan bakar dan udara stoikiometri sehingga pembakaran mendekati sempurna. Namun pada lambda tinggi ($\lambda > 1,00$)

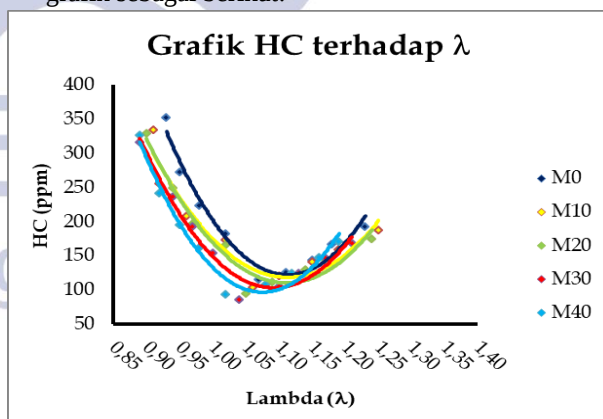
kadar emisi CO₂ menurun, hal ini disebabkan karena pada lambda tinggi campuran bahan bakar dan udara menjauhi stoikiometri dikarenakan kandungan udara yang terlalu berlebih. Pada M10 didapat kenaikan tertinggi kadar emisi CO₂ dengan lambda 0,96 sebanyak 4,23%. Pada M20 didapat kenaikan tertinggi kadar emisi CO₂ dengan lambda 0,97 sebanyak 9,78%. Pada M30 didapat kenaikan tertinggi kadar emisi CO₂ dengan lambda 0,97 sebanyak 11,45%. Pada M40 didapat kenaikan tertinggi kadar emisi CO₂ dengan lambda 0,95 sebanyak 10,40%. Kenaikan terbanyak kadar emisi CO₂ didapat pada lambda 0,97 dengan bahan bakar M30 sebanyak 11,45%. Hal ini disebabkan karena kandungan oksigen metanol membantu proses pembakaran semakin mendekati sempurna sehingga menghasilkan kadar emisi CO₂ lebih banyak.

➤ Kadar Emisi Hidro Karbon (HC)

Tabel 5. Hasil Uji Kadar emisi HC

No.	RPM	Bahan Bakar									
		M0		M10		M20		M30		M40	
		Lambda (λ)	HC	Lambda (λ)	HC	Lambda (λ)	HC	Lambda (λ)	HC	Lambda (λ)	HC
1	1500	1,23	193	1,25	188	1,24	174	1,21	168	1,19	171
2	2500	1,18	167	1,19	159	1,17	145	1,17	147	1,16	148
3	3500	1,15	144	1,15	141	1,14	130	1,13	124	1,12	124
4	4500	1,11	126	1,10	120	1,09	112	1,10	105	1,08	108
5	5500	1,07	115	1,06	104	1,05	95	1,04	86	1,02	93
6	6500	1,02	182	1,02	173	1,02	166	1,00	154	0,98	162
7	7500	0,98	224	0,96	208	0,97	196	0,97	192	0,95	195
8	8500	0,95	273	0,92	256	0,94	249	0,94	237	0,92	242
9	9500	0,93	352	0,91	334	0,90	329	0,89	316	0,89	327

Tabel diatas selanjutnya dikonversikan menjadi grafik sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik hubungan emisi HC terhadap lambda

Gambar diatas menunjukkan kadar emisi HC yang dihasilkan dari pembakaran mesin dengan menggunakan bahan bakar pertalite dan campuran antara metanol dengan pertalite. Pada lambda rendah ($\lambda < 1,00$) kadar emisi HC yang dihasilkan masih tinggi, hal ini disebabkan karena pada lambda rendah campuran udara dan bahan bakar gemuk sehingga pembakarannya tidak sempurna (kurangnya kadar

oksigen yang menjadikan bahan bakar belum terbakar namun sudah terbuang). Kemudian pada lambda ideal ($\lambda = 1,00$) kadar emisi HC rendah, hal ini disebabkan karena pada lambda ideal campuran bahan bakar dan udara stoikiometri dengan kata lain molekul bahan bakar dapat bertemu dengan molekul oksigen yang mencukupi sehingga pembakaran mendekati sempurna. Namun pada lambda tinggi ($\lambda > 1,00$) kadar emisi HC naik, hal ini disebabkan karena pada lambda tinggi campuran bahan bakar dan udara menjauhi stoikiometri (tingginya kandungan oksigen mengakibatkan berkurangnya temperatur pada dinding ruang bakar sehingga menyebabkan campuran bahan bakar dan udara sulit terbakar). Pada M10 didapat penurunan terbanyak kadar emisi HC dengan lambda 1,06 sebanyak 9,57%. Pada M20 didapat penurunan terbanyak kadar emisi HC dengan lambda 1,05 sebanyak 17,39%. Pada M30 didapat penurunan terbanyak kadar emisi HC dengan lambda 1,04 sebanyak 25,22%. Pada M40 didapat penurunan terbanyak kadar emisi HC dengan lambda 1,02 sebanyak 19,13%. Penurunan terbanyak kadar emisi HC didapat pada lambda 1,04 dengan bahan bakar M30 sebanyak 25,22% ppm. Hal ini disebabkan karena dalam metanol terkandung unsur oksigen yang menyebabkan pembakaran semakin mendekati sempurna sehingga bahan bakar dapat terbakar dengan bantuan oksigen tersebut dan mengurangi kadar emisi HC yang dihasilkan.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian dan analisis data yang dilakukan tentang pengujian emisi gas buang dengan menggunakan bahan bakar campuran metanol dan pertalite bisa diambil kesimpulan bahwa:

- Dari hasil uji emisi didapatkan hasil kenaikan kadar emisi O_2 terbanyak yaitu bahan bakar M30 dengan rata-rata meningkat 19,13% vol. Dari hasil uji emisi didapatkan hasil penurunan kadar emisi CO terbanyak yaitu bahan bakar M30 dengan rata-rata turun 17,78% vol. Dari hasil uji emisi didapatkan hasil kenaikan kadar emisi CO_2 terbanyak yaitu bahan bakar M30 dengan rata-rata naik 8,54% vol. Dari hasil uji emisi didapatkan hasil penurunan kadar emisi HC terbanyak yaitu bahan bakar M30 dengan rata-rata turun 14,87% ppm.
- Dari analisis data dan pembahasan yang dilakukan untuk bahan bakar yang memiliki kadar emisi gas buang O_2 tertinggi adalah bahan bakar M30 pada lambda $\pm 1,21$ dan CO_2 tertinggi adalah bahan bakar M30 pada lambda $\pm 1,04$ sedangkan pada emisi gas buang CO terendah adalah bahan bakar M30 pada

lambda $\pm 1,21$ dan HC terendah adalah bahan bakar M30 pada lambda $\pm 1,04$.

- Pada campuran bahan bakar M30 didapatkan hasil peningkatan (O_2 dan CO_2) dan penurunan (CO dan HC) dikarenakan dalam metanol mengandung unsur oksigen yang membantu proses pembakaran pada ruang bakar mendekati sempurna.

Saran

Dari serangkaian hasil pengujian dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Sebelum melakukan pengujian emisi gas buang, persiapkan kendaraan yang sudah di tune-up agar hasil pengujian menunjukkan data yang optimal.
- Sesuai dengan hasil penelitian diatas maka penulis menyarankan penggunaan campuran antara methanol dan pertalite dengan persentase M30 sebagai bahan bakar pada sepeda motor Yamaha NMAX tahun 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwibowo, P. & Zohri, M. 2023. *Mathematical Modeling of a Novel PVT-Fin System for Maximum Energy Yield. Mathematical Modelling of Engineering Problems*. Vol. 10. Issue. 5. Hal. 1743-1750.
- Arifin, Z. dan Sukoco. 2009. *Pengendalian Polusi Kendaraan*. Bandung: Alfabeta.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2019. *Basic Statistics of Indonesia*. Jakarta Pusat. Badan Pusat Statistik, Indonesia.
- Celik, M. Bahattin., Ozdalyan, Bulent&Alkan, Faruk, (2011), "The Use of Pure Methanol as Fuel at High Compression Ratio in a Single Cylinder Gasoline Engine", *Fuel*, Vol. 90, hal. 1591-1598.
- Gupta, R. B. dan Demiras, A. 2010. *Gasoline, Diesel and Ethanol Biofuels from Grasses and Plants*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hardjono. A. (2001). *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gadjah Mada
- Kurdi, O dan Arijanto. 2007. Aspek Torsi dan Daya pada Mesin Sepeda Motor 4 Langkah dengan Bahan Bakar Campuran Premium – Methanol. *ROTASI – Vol 9 No 2*.
- Lestar, B. P., Mufarida, N. A., Irawan, A. 2018. Analisis Prestasi Kerja Mesin Menggunakan Campuran Bahan Bakar Bensin Pertamina dan Methanol (CH_3OH) Pada Motor Bakar Bensin 4 Langkah. *J-Proteksion* Vol. 3, No. 1, 9-16.

- Liu, H., Wang, Z., Wang, J. 2014. Methanol-gasoline DFSI (dual-fuel spark ignition) combustion with dual-injection for engine knock suppression. *Energy* 73: 686 – 693.
- Nugroho, A. S. 2015. Pengaruh Campuran Metanol Terhadap Prestasi Mesin. Prosiding SNATIF ke – 2. Universitas Muria Kudus. Kudus. 441 – 446.
- PT Pertamina. 2007. *Material Safety Data Sheet (Lembar Data Keselamatan Bahan)*. Direktorat-Pemasaran dan Niaga.
- Putra, Y. 2014. Pengaruh Pencampuran Premium dan Metanol terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Vario Techno Pgm-Fi.
- Shayan S.B, Seyedpour S.M, Ommi F, Moosavy S.H, Alizadeh M, (2011), “*Impact of Methanol–Gasoline Fuel Blends on the Performance and Exhaust Emissions of a SI Engine*” *International Journal of Automotive Engineering* Vol. 1, Number 3, 219-227.
- Wiratmaja, I. (2010). Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline. In *Jurnal Energi Dan Manufaktur Teknik Mesin Universitas Udayana* (Vol. 4, Issue 1). Jurnal Teknik Mesin Universitas Udayana.

