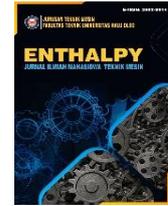




ENTHALPY: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin

Journal homepage: <http://ojs.uho.ac.id/index.php/ENTHALPY>



Pengujian Eksperimental Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Dengan Beberapa Jenis Bahan Bakar Pada Sepeda Motor

Muhammad Firsan¹⁾, Lukas Kano Mangalla²⁾, La Hasanudin³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

²⁾³⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

Jl. H.E.A. Mokodompit, Kampus Hijau BumiTridarmaAndounohu, Kendari 93232

Email: muhammadfirsan047@gmail.com

Article Info

Available online Februari 28, 2022

Abstrak

Pencemaran udara disebabkan oleh aktivitas kendaraan bermotor yang mengeluarkan emisi gas buang antara lain CO, CO₂, HC, NO_x, SO_x, dan partikulat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi bahan bakar terhadap waktu konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada sepeda motor dan untuk mengetahui bagaimana pengaruh komposisi pencampuran bahan bakar premium dengan ethanol terhadap waktu konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang. Penelitian ini menggunakan 4 jenis bahan bakar yaitu premium, pertalite, E-5, dan E-10 dan diuji dengan menggunakan 3 variasi bukaan *throttle*. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa konsumsi bahan bakar paling banyak terdapat pada bukaan *wide throttle* pada bahan bakar premium = 0,77 L/h. Untuk hasil emisi gas buang CO dan HC terendah terdapat pada bukaan *wide throttle* pada bahan bakar E-10 dimana nilai emis CO = 1,98% dan HC = 1425 ppm. Jadi disimpulkan bahwa pada perbandingan waktu konsumsi bahan bakar semakin tinggi pembukaan *throttle* maka konsumsi bahan bakar akan semakin cepat dan untuk emisi gas buang semakin tinggi pembukaan *throttle* maka kandungan nilai emis CO dan HC akan menurun. Pencampuran bahan bakar premium dengan etanol dapat membuat waktu konsumsi bahan bakar lebih lambat dibandingkan dengan premium murni dan juga dapat menurunkan kandungan emisi gas buang CO dan HC.

Kata kunci: Bahan bakar, emisi gas buang, konsumsi bahan bakar

Abstract

Air pollution is caused by the activities of motorized vehicles that emit exhaust gas emissions, including CO, CO₂, HC, NO_x, SO_x, and particulates. The purpose of this study was to determine how the effect of fuel variations on the time of fuel consumption and exhaust emissions on motorcycles and to find out how the composition of mixing premium fuel with ethanol affects the time of fuel consumption and exhaust emissions. This study uses 4 types of fuel, namely premium, pertalite, E-5, and E-10 and tested using 3 variations of throttle openings. From the test results, it is found that the most fuel consumption is found in the wide throttle opening on premium fuel = 0.77 L/h. For the results of the lowest CO and HC exhaust emissions found in the wide throttle opening on the E-10 fuel where the emission value of CO = 1.98% and HC = 1425 ppm. So it can be concluded that in comparison with the time of fuel consumption, the higher the throttle opening, the faster the fuel consumption will be and for exhaust gas emissions, the higher the throttle opening, the lower the CO and HC emission values. Mixing premium fuel with ethanol can make the fuel consumption time slower than pure premium and can also reduce the content of CO and HC exhaust emissions.

Key words: Fuel, exhaust emissions, fuel consumption

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan zaman, jumlah penduduk di dunia semakin meningkat. Beragam aktifitas manusia seperti kegiatan rumah tangga,

transportasi, industri dan kegiatan-kegiatan lainnya menyebabkan kualitas udara yang tersedia di lingkungan tercemar. Karena kehidupan manusia tidak pernah lepas dari energi. Bahan bakar fosil merupakan bahan bakar yang umum di pakai baik

dalam industri maupun transportasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kontribusi pencemaran udara yang berasal dari sektor transportasi mencapai 60%, selebihnya sektor industri 25%, rumah tangga 10%, dan sampah 5% [1].

Selain itu, pencemaran udara di sebabkan oleh aktivitas kendaraan bermotor yang mengeluarkan emisi gas buang antara lain CO, CO₂, HC, NO_x, SO_x, dan partikulat. Hal ini disebabkan oleh jumlah kendaraan bermotor yang terus meningkat dari tahun ke tahun [2]. Bahan bakar adalah suatu materi apapun yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses pembakaran dimana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara [3].

Beberapa sifat utama bahan bakar yang perlu diperhatikan [4].

1. Mempunyai nilai bakar yang tinggi.
2. Mempunyai kesanggupan menguap pada suhu rendah.
3. Uap bahan bakar harus dapat dinyatakan dan terbakar segar dalam campuran dengan perbandingan yang cocok terhadap oksigen.
4. Bahan bakar dan hasil pembakarannya tidak beracun atau membahayakan kesehatan.
5. Harus dapat diangkut dengan aman dan mudah.

Adapun beberapa jenis bahan bakar yaitu sebagai berikut [5].

1. Bahan bakar padat
Bahan bakar padat adalah bahan bakar yang secara fisik berupa padat dan biasanya menjadi sumber daya panas.
2. Bahan bakar cair
Bahan bakar cair adalah bahan bakar yang strukturnya tidak rapat, jika dibandingkan dengan bahan bakar padat molekulnya dapat bergerak bebas. Bensin / gasolin / premium, minyak solar, minyak tanah adalah contoh bahan bakar cair.
3. Bahan bakar gas
Bahan bakar gas adalah bahan bakar yang sering digunakan di tempat-tempat yang banyak menghasilkan gas, yang ekonomis dipakai yakni gas alam, gas dapur kokas, gas dapur tinggi dan gas dari pabrik gas. Serta ada dua *type*, yaitu *Compressed Alami Gas* (CNG) serta *Liquid Petroleum Gas* (LPG).

Pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen diiringi kenaikan panas dan

nyala. Pada pembakaran dalam silinder motor, pembentukan panas itulah yang dibutuhkan. Hasil-hasil reksi kimia dibuang sebagai asap, dan tenaga panas itu selanjutnya akan diubah menjadi tenaga mekanis [6]. Konsumsi bahan bakar adalah jumlah bahan bakar yang dipergunakan dalam satuan waktu tertentu untuk menghasilkan tenaga mekanis. Maka untuk mengetahui konsumsi bahan bakar dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$FC = \frac{V_f \times 3600}{t \times 1000} (L/h)$$

Keterangan :

FC = Fuel Consumption (L/h)

V_f = Volume Konsumsi (ml)

t = Waktu Konsumsi (s)

Bioetanol merupakan suatu bentuk energi alternatif, dimana karena dapat mengurangi ketergantungan bahan bakar minyak (pengganti premium, pertalite, dan pertamax). Bioetanol dapat diperoleh dari fermentasi bahan-bahan yang mengandung amilum, sukrosa, glukosa, maupun fruktosa. Yang dihasilkan dari tetes tebu, singkong, jagung, sorghum, maupun aren. Sehingga bioetanol merupakan energi yang dapat diperbarui [7].

Etanol atau etil *alcohol* adalah cairan tak berwarna dengan karakteristik antara lain mudah terbakar, larut dalam air, biodegradable, tidak karsinogenik, dan jika terjadi pencemaran tidak memberikan dampak lingkungan yang signifikan. Penggunaan etanol sebagai bahan bakar bernilai oktan tinggi atau aditif peningkat bilangan oktan pada bahan bakar sebenarnya sudah dilakukan sejak abad 19 [8].

Bioetanol mempunyai manfaat untuk dikonsumsi manusia sebagai minuman beralkohol. Selain itu, bioetanol dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar dengan kandungan minimal 10% etanol [9]. Emisi gas buang adalah sisa-sisa hasil pembakaran bahan bakar didalam mesin pembakaran dalam, mesin pembakaran luar, dan mesin jet yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Gas buang merupakan polutan yang berasal dari proses pembakaran pada kendaraan bermotor [10].

Kandungan emisi gas buang meliputi [11].

1. CO (Karbon monoksida)
Karbon monoksida adalah gas yang diperoleh karena perbandingan antara bahan bakar dan udara yang tidak seimbang. Terlalu banyak bahan bakar atau unsur C tidak dapat berikatan dengan O₂ sehingga terbentuklah CO karena pembakaran yang tidak sempurna.
2. HC (Hidrokarbon)

Gas Hidrokarbon terjadi karena pembakaran yang berlangsung tidak sempurna pada ruang bakar. Aroma yang dihasilkan dari gas tersebut sangat tajam dan berwarna hitam.

Ambang batas emisi gas buang adalah tingkatan batas yang masih dapat diterima / ditoleransi. Berikut adalah tabel batas emisi gas buang yang diterapkan di Indonesia dari tahun produksi dan jenis kendaraan.

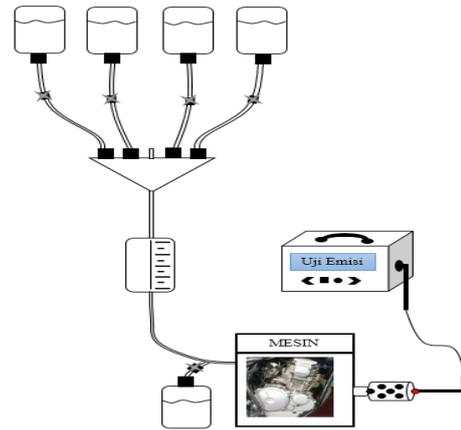
Tabel 1. Batas Emisi Gas Buang

Jenis Kendaraan	Tahun Produksi	Batas Emisi Gas Buang	
		CO (%)	HC (ppm)
Mobil Bensin	< 2007	3	700
Mobil Bensin	> 2007	1,5	200
Motor 2 Tak	< 2010	4,5	12.000
Motor 4 Tak	< 2010	5,5	2.400
Motor 2 dan 4 Tak	> 2010	4,5	2.000

2. Metode Penelitian

Data yang diambil dalam pengujian ini adalah data hasil perbandingan waktu konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang dengan beberapa jenis bahan bakar. Dalam pengujian untuk menentukan perbandingan waktu konsumsi bahan bakar dilakukan dengan cara memasukkan setiap jenis bahan bakar ke dalam wadah yang telah disiapkan, buka katup pada selang untuk mengalirkan bahan bakar ke dalam tabung pengukuran sampai terisi penuh, disaat inilah *stopwatch* dinyalakan untuk mengukur berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengomsumsi bahan bakar. Kemudian untuk menentukan nilai emisinya digunakan alat *automobile emission analyser* dimana pada alat ini terdapat bagian yang dinamakan probe, probe inilah yang dimasukkan ke dalam knalpot motor untuk mengetahui nilai emisi.

Dalam pengujian eksperimental ini digunakan 4 jenis bahan bakar yaitu premium, pertalite, E-5 (*Ethanol 5%*), dan E-10 (*Ethanol 10%*) dan juga digunakan 3 variasi bukaan throttle, yaitu bukaan rendah/*part throttle* dengan putaran mesin 3.000 rpm, bukaan sedang/*midel throttle* dengan putaran mesin 4.000 rpm, dan bukaan tinggi/*wide throttle* dengan putaran mesin 5.000 rpm. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin motor skorpio z, *automobile emission analyser*, *stopwatch*, dan gelas ukur.



Gambar 1. Skema pengujian

Prosedur Penelitian

Adapun tahap penelitian yang akan dilakukan dalam rangka mengumpulkan data hingga penyelesaian masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

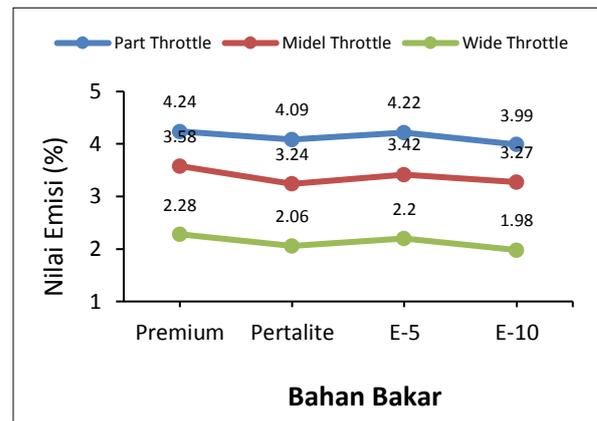
- 1) Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian disiapkan.
- 2) Bahan bakar dimasukkan ke dalam wadah penyimpanan.
- 3) Krang pada selang dibuka agar bahan bakar mengalir ke tabung.
- 4) Kemudian mesin dinyalakan dan atur pembukaan *throttle* sampai pembakaran bahan bakar normal.
- 5) Setelah pembakaran normal tutup kembali krang pada selang bahan bakar (tabung pengukuran bahan bakar telah di isi penuh).
- 6) Setelah itu, *stopwatch* dinyalakan sebagai alat ukur waktu lama konsumsi bahan bakar.
- 7) Probe emisi dimasukkan ke dalam knalpot mesin.
- 8) Pengambilan data emisi gas buang siap dilakukan dengan variasi bahan bakar dan pembukaan *throttle* yang berbeda.

3. Hasil dan Pembahasan

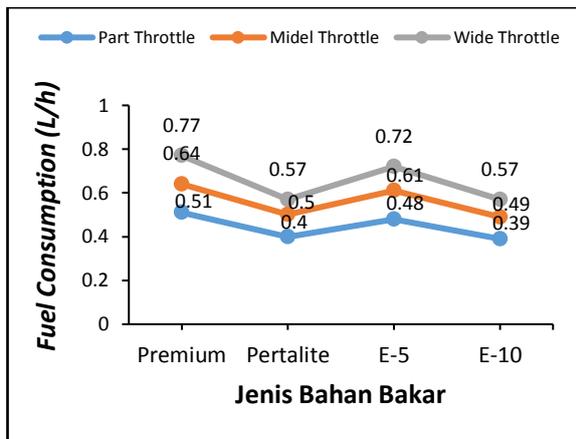
Pada bagian ini akan diperlihatkan tabel dan grafik hasil uji ekperimental perbandingan waktu konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang dengan menggunakan 4 jenis bahan bakar yaitu premium, pertalite, E-5 (*Ethanol 5%*), dan E-10 (*Ethanol 10%*). Yang menggunakan 3 variasi bukaan throttle, yaitu bukaan rendah/*part throttle* dengan putaran mesin 3.000 rpm, bukaan sedang/*midel throttle* dengan putaran mesin 4.000 rpm, dan bukaan tinggi/*wide throttle* dengan putaran mesin 5.000 rpm.

Tabel 2. Data hasil pengujian

Putaran Mesin (Rpm)	Bahan Bakar	Konsumsi Bahan Bakar		Emisi	
		Volume (ml)	FC (L/h)	CO (%)	HC (ppm)
3.000	Premium	30	0,51	4,24	2788
	Pertalite		0,40	4,09	2578
	E-5		0,48	4,22	2778
	E-10		0,39	3,99	2440
4.000	Premium	30	0,64	3,58	2453
	Pertalite		0,50	3,24	2069
	E-5		0,61	3,42	2398
	E-10		0,49	3,27	2156
5.000	Premium	30	0,77	2,28	1993
	Pertalite		0,57	2,06	1534
	E-5		0,72	2,20	1923
	E-10		0,57	1,98	1425



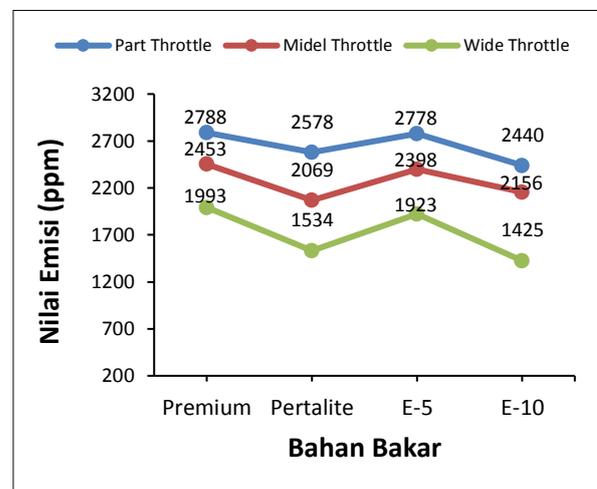
Gambar 3. Grafik emisi CO



Gambar 2. Grafik konsumsi bahan bakar

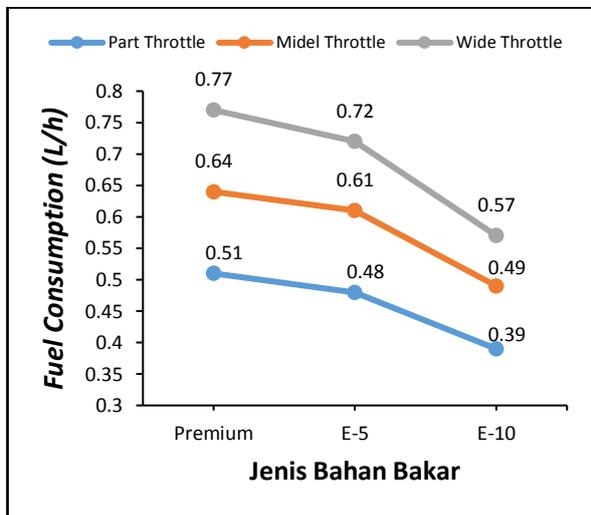
Berdasarkan Gambar 2, semakin tinggi pembukaan throttle maka konsumsi bahan bakar akan semakin banyak. Pada part throttle dilihat bahwa konsumsi bahan bakar premium paling banyak mengonsumsi bahan bakar yakni 0,51 L/h, bahan bakar pertalite 0,40 L/h, bahan bakar E-5 0,48 L/h, dan bahan bakar E-10 mengonsumsi bahan bakar paling sedikit yakni 0,39 L/h. Pada midel throttle dilihat bahwa konsumsi bahan bakar premium paling banyak mengonsumsi bahan bakar yakni 0,64 L/h, bahan bakar pertalite 0,50 L/h, bahan bakar E-5 0,61 L/h, dan bahan bakar E-10 mengonsumsi bahan bakar paling sedikit yakni 0,49 L/h. Pada wide throttle bahan bakar premium paling banyak mengonsumsi bahan bakar yakni 0,77 L/h, bahan bakar pertalite 0,57 L/h, bahan bakar E-5 0,72 L/h, dan bahan bakar E-10 0,57 L/h.

Pada Gambar 3, semakin tinggi pembukaan throttle maka nilai emisi CO akan menurun. Pada part throttle dilihat bahwa pada pengujian emisi gas buang karbon monoksida (CO) tertinggi terdapat pada bahan bakar premium dengan nilai 4,24%, pada bahan bakar pertalite dengan nilai CO 4,09%, pada bahan bakar E-5 dengan nilai CO 4,22%, dan pada bahan bakar E-10 merupakan yang paling rendah dengan nilai CO 3,99%. Pada midel throttle dilihat bahwa pada pengujian emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada bahan bakar premium merupakan yang paling tinggi dengan nilai 3,58%, pada bahan bakar pertalite merupakan yang paling rendah dengan nilai CO 3,42%, pada bahan bakar E-5 dengan nilai CO 3,42%, dan pada bahan bakar E-10 dengan nilai CO 3,27%. Pada wide throttle dilihat bahwa pada pengujian emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada bahan bakar premium merupakan yang paling tinggi dengan nilai 2,28%, pada bahan bakar pertalite dengan nilai CO 2,06%, pada bahan bakar E-5 dengan nilai CO 2,20%, dan pada bahan bakar E-10 merupakan yang paling rendah dengan nilai CO 1,98%.



Gambar 4. Grafik emisi HC

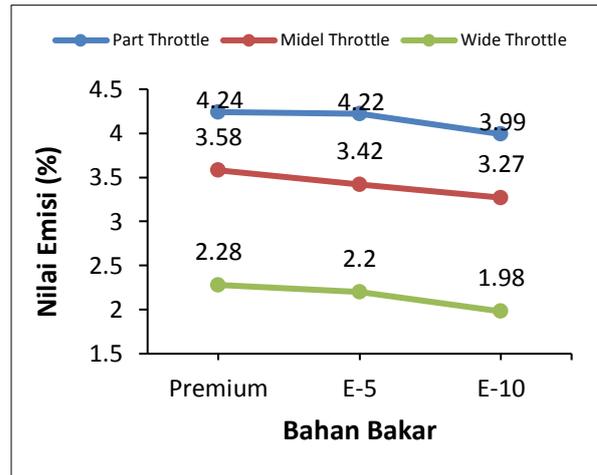
Pada Gambar 4, semakin tinggi pembukaan *throttle* maka nilai emisi HC akan semakin rendah. Pada *part throttle* dilihat bahwa pengujian emisi gas buang hidrocarbon (HC) pada bahan bakar premium merupakan yang paling tinggi dengan nilai HC sebesar 2788 ppm, pada bahan bakar pertalite dengan nilai HC sebesar 2578 ppm, pada bahan bakar E-5 dengan nilai HC sebesar 2778 ppm, pada bahan bakar E-10 merupakan yang paling rendah dengan nilai HC sebesar 2440 ppm. Pada *midel throttle* dilihat bahwa pengujian emisi gas buang hidrocarbon (HC) pada bahan bakar premium merupakan yang paling tinggi dengan nilai HC sebesar 2453 ppm, pada bahan bakar pertalite merupakan yang paling rendah dengan nilai HC sebesar 2069 ppm, pada bahan bakar E-5 dengan nilai HC sebesar 2398 ppm, pada bahan bakar E-10 dengan nilai HC sebesar 2156 ppm. Pada *wide throttle* dilihat bahwa pengujian emisi gas buang hidrocarbon (HC) pada bahan bakar premium merupakan yang paling tinggi dengan nilai HC sebesar 1993 ppm, pada bahan bakar pertalite dengan nilai HC sebesar 1534 ppm, pada bahan bakar E-5 dengan nilai HC sebesar 1923 ppm, pada bahan bakar E-10 merupakan yang paling rendah dengan nilai HC sebesar 1425 ppm.



Gambar 5. Grafik konsumsi bahan bakar campuran

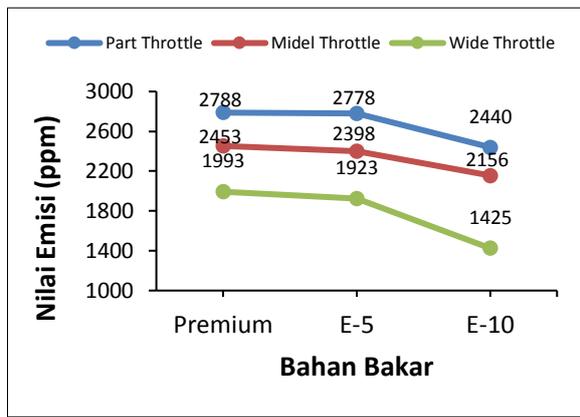
Pada Gambar 5, semakin tinggi pembukaan *throttle* maka konsumsi semakin banyak, dan juga dilihat bahwa bahan bakar dengan campuran etanol cenderung lebih irit dibandingkan bahan bakar premium murni. Pada *part throttle* dilihat bahwa konsumsi bahan bakar premium paling banyak mengonsumsi bahan bakar yakni 0,51 L/h,

bahan bakar E-5 0,48 L/h, dan bahan bakar E-10 mengonsumsi bahan bakar paling sedikit yakni 0,39 L/h. Pada *midel throttle* dilihat bahwa konsumsi bahan bakar premium paling banyak mengonsumsi bahan bakar yakni 0,64 L/h, bahan bakar E-5 0,61 L/h, dan bahan bakar E-10 mengonsumsi bahan bakar paling sedikit yakni 0,49 L/h. Pada *wide throttle* bahan bakar premium paling banyak mengonsumsi bahan bakar yakni 0,77 L/h, bahan bakar E-5 0,72 L/h, dan bahan bakar E-10 0,57 L/h.



Gambar 6. Grafik emisi CO bahan bakar campuran

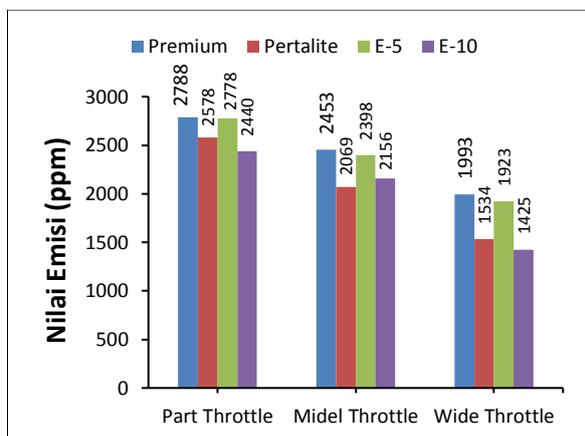
Pada Gambar 6, semakin tinggi pembukaan *throttle* maka nilai emisi CO semakin rendah. Dilihat juga bahwa bahan bakar dengan campuran *ethanol* cenderung lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar premium. Pada *part throttle* dilihat bahwa pada pengujian emisi gas buang karbon monoksida (CO) tertinggi terdapat pada bahan bakar premium dengan nilai 4,24%, pada bahan bakar E-5 dengan nilai CO 4,22%, dan pada bahan bakar E-10 merupakan yang paling rendah dengan nilai CO 3,99%. Pada *midel throttle* dilihat bahwa pada pengujian emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada bahan bakar premium merupakan yang paling tinggi dengan nilai 3,58%, pada bahan bakar E-5 dengan nilai CO 3,42%, dan pada bahan bakar E-10 merupakan yang paling rendah dengan nilai CO 3,27%. Pada *wide throttle* dilihat bahwa pada pengujian emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada bahan bakar premium merupakan yang paling tinggi dengan nilai 2,28%, pada bahan bakar E-5 dengan nilai CO 2,20%, dan pada bahan bakar E-10 merupakan yang paling rendah dengan nilai CO 1,98%.



Gambar 7. Grafik emisi HC bahan bakar campuran

Pada Gambar 7, semakin tinggi pembukaan *throttle* maka nilai emisi HC semakin rendah. Dilihat juga bahwa bahan bakar dengan campuran *ethanol* cenderung lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar premium. Pada *part throttle* dilihat bahwa pengujian emisi gas buang hidrocarbon (HC) pada bahan bakar premium merupakan yang paling tinggi dengan nilai HC sebesar 2788 ppm, pada bahan bakar E-5 dengan nilai HC sebesar 2778 ppm, pada bahan bakar E-10 merupakan yang paling rendah dengan nilai HC sebesar 2440 ppm.

Pada *midel throttle* dilihat bahwa pengujian emisi gas buang hidrocarbon (HC) pada bahan bakar premium merupakan yang paling tinggi dengan nilai HC sebesar 2453 ppm, pada bahan bakar E-5 dengan nilai HC sebesar 2398 ppm, pada bahan bakar E-10 dengan nilai HC sebesar 2156 ppm. Pada *wide throttle* dilihat bahwa pengujian emisi gas buang hidrocarbon (HC) pada bahan bakar premium merupakan yang paling tinggi dengan nilai HC sebesar 1993 ppm, pada bahan bakar E-5 dengan nilai HC sebesar 1923 ppm, pada bahan bakar E-10 merupakan yang paling rendah dengan nilai HC sebesar 1425 ppm.



Gambar 8. Grafik emisi HC gabungan

Pada Gambar 8, semakin tinggi bukaan *throttle* maka nilai emisi HC disetiap jenis bahan bakar akan menurun begitupun sebaliknya. Pada bahan bakar premium tertinggi terdapat pada *part throttle* dengan nilai HC 2788 ppm, pada *midel throttle* dengan nilai HC 2453 ppm, dan yang terendah terdapat pada *wide throttle* dengan nilai HC 1993 ppm. Pada bahan bakar pertalite tertinggi terdapat pada *part throttle* dengan nilai HC 2578 ppm, pada *midel throttle* dengan nilai HC 2069 ppm, dan yang terendah terdapat pada *wide throttle* dengan nilai HC 1534 ppm. Pada bahan bakar E-5 (*Ethanol 5%*) tertinggi terdapat pada *part throttle* dengan nilai HC 2778 ppm, pada *midel throttle* dengan nilai HC 2398 ppm, dan yang terendah terdapat pada *wide throttle* dengan nilai HC 1923 ppm. Pada bahan bakar E-10 (*Ethanol 10%*) tertinggi terdapat pada *part throttle* dengan nilai HC 2440 ppm, pada *midel throttle* dengan nilai HC 2156 ppm, dan yang terendah terdapat pada *wide throttle* dengan nilai HC 1425 ppm.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian eksperimental perbandingan waktu konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang dengan beberapa jenis bahan bakar yang telah ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik disimpulkan bahwa pada perbandingan waktu konsumsi bahan bakar semakin tinggi pembukaan *throtlle* maka konsumsi bahan bakar akan semakin cepat dan untuk emisi gas buang semakin tinggi pembukaan *throttle* maka kandungan nilai emis CO dan HC akan menurun. Pencampuran bahan bakar premium dengan etanol dapat membuat waktu konsumsi bahan bakar lebih lambat dibandingkan dengan premium murni dan juga dapat menurunkan kandungan emisi gas buang CO dan HC.

Daftar Pustaka

- [1] Saepudin, A., & Admono, T. 2005. Kajian pencemaran udara akibat emisi kendaraan bermotor di DKI Jakarta. *Jurnal Teknologi Indonesia*, 28(2), 29-39.
- [2] Ratnani, R. D. 2008. Teknik pengendalian pencemaran udara yang diakibatkan oleh partikel. *Jurnal Ilmiah MOMENTUM*, 4(2).
- [3] Maridjo, I. Y., & Angga, R. 2019. Pengaruh pemakaian bahan bakar premium, pertalite dan pertamax terhadap kinerja motor 4 tak. *Jurnal Teknik Energi*, 9(1), 73-78.
- [4] Fardias, Srikandi. 1992. *Polusi Air Dan Udara*. Bogor: Kanisius

- [5] Cappenberg, A. D. 2014. Studi Tentang Berbagai Tipe Bahan Bakar Terhadap Prestasi Mesin Mobil Toyota . *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, 1(3), 157-163.
- [6] Daryanto. 2003. Motor Bensin Pada Mobil. Malang:Yrama widya.
- [7] Arlianti, L. 2018. Bioetanol sebagai sumber green energy alternatif yang potensial di Indonesia. *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik UNISTEK*, 5(1), 16-22.
- [8] Handayani, Utami S. 2008. Pemanfaatan Bio Ethanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti Bensin. Abstraksi. Program Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [9] Seftian, D. 2012. Pembuatan etanol dari kulit pisang menggunakan metode hidrolisis enzimatik dan fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia* 18(1), Hal 10-16.
- [10] Yuliasuti, Ambar, 2008, *Estimasi Sebaran Keruangan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Di Kota Semarang. Skripsi*. Jurusan Perencanaan Wilayah Dan Kota. Semarang : Universitas Diponegoro.
- [11] Jayanti, N. E., Hakam, M., & Santiasih, I. 2014. Emisi Gas Carbon Monooksida (Co) Dan Hidrocarbon (Hc) Pada Rekayasa Jumlah Blade Turbo Ventilator Sepeda Motor “Supra X 125 Tahun 2006”. *Rotasi*, 16(2), 1-5.